This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

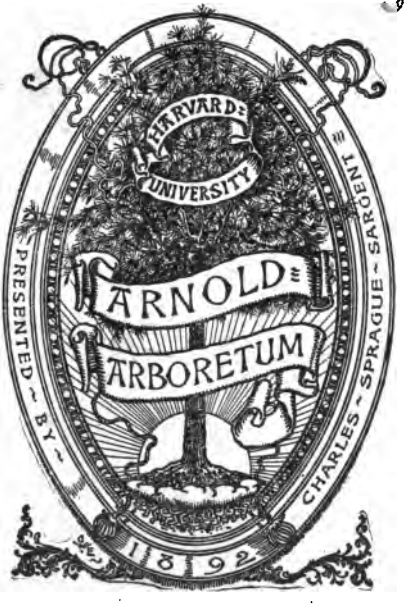
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Th
B 32.3
h2


HARVARD UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED BY
CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892

Die

Holzmeßkunst.

Anleitung

zur

Aufnahme der Bäume und Bestände

nach Masse, Alter und Zuwachs

von

Dr. Fr. Baur

Professor der Forstwissenschaft an der Königl. Württemb. land- und forstwirthschaftlichen Akademie Hohenheim, Vorstand der K. W. forstlichen Versuchsanstalt u. s. w.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 63 Holzschnitten.

Wien 1875.

Wilhelm Braumüller

k. k. Hof- und Universitätsbuchhändler.

Druck von Alfred Müller in Stuttgart.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die nachfolgende Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände nach Masse, Alter und Zuwachs habe ich, so lange ich diesen Gegenstand an hiesiger Fachlehranstalt vorzutragen hatte, meinen Zuhörern im Auszuge als Diktat mitgetheilt.

Wenn ich mich endlich zur Herausgabe dieser Schrift entschlossen habe, so geschah es theils in der Absicht, mir das Diktiren und meinen Zuhörern das mühesame und zeitraubende Niederschreiben zu ersparen, theils in der Ueberzeugung, daß über diesen wichtigen Zweig der Forstwissenschaft kein den jetzigen Anforderungen entsprechendes Lehrbuch vorhanden sei.

Hält man nämlich eine Rundschau über die wenigen selbstständigen Schriften über Holzmeßkunst, so macht man die Bemerkung, daß die mehr elementar gehaltenen, vorzugsweise für den Schüler und ausübenden Beamten berechneten, mehr oder weniger veraltet sind und dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr entsprechen. Dagegen ist die äußerst geringe Zahl wissenschaftlich gehaltener Werke, wenn auch vielleicht nur ihres großen mathematischen Aufwandes halber, für die Anfänger und den weniger mathematisch durchgebildeten Theil des Forstpersonals viel zu schwierig.

Ein Buch, welches die bis in die neueste Zeit bekannt gewordenen Methoden der Massen-, Alters- und Zuwachsbestimmung, neben hinreichender wissenschaftlicher Haltung, einfach, klar und scharf kritisch beleuchtet zusammengestellt enthält, existirt nicht. Das Material lag seither in forstlichen Schriften und Journalen zerstreut und war vielfach nur einem engen Leserkreis aufgeschlossen. Die Kraft, welche jedem Bausteine die ihm gebührende Stelle anweisen, sowie der Kitt, welcher das dann geordnete Material zu einem, wenn auch vielleicht noch rohen Ganzen verbinden soll, fehlte seither.

Wenn ich bei der Anlage vorliegender Schrift auch vorwiegend die Bedürfnisse der hiesigen Anstalt im Auge hatte, so lag es noch nebenher in meiner Absicht, die eben berührte Lücke nach Kräften auszufüllen. Meine Arbeit dürfte sich daher auch als Lehrbuch für andere Forst-Lehranstalten, und da sie keine hohen mathematischen Ansprüche macht, insbesondere auch zum Selbststudium eignen.

Dem reiferen Theile meiner Fachgenossen dürfte ich vielleicht manchmal etwas zu breit geworden sein. Man möge diesen mir wohlbewußten Fehler damit entschuldigen, daß ich bei dem größten Theile der in hiesige Lehranstalt eintretenden Eleven nicht einmal die Grundlehren der Geometrie und niederen Algebra ganz voraussetzen durfte.

Ganz besonders erlaube ich mir den geneigten Leser, zum Zwecke der Wahrung meines Standpunktes, aber noch darauf hinzuweisen, daß ich keine Instruktion, sondern ein Lehrbuch der Baum- und Bestandesschätzung schreiben wollte. Dieß auch der Grund, warum in nachfolgender Schrift eine Anzahl Methoden aufgenommen wurden, welche nach meiner Ansicht für die Praxis von keinem oder nur ganz untergeordnetem Werthe sind.

Um den Anfänger jedoch vor Verwirrung in dem reichen Material zu bewahren, und um ihm von der jetzigen Bedeutung sämmtlicher mitgetheilten einzelnen Methoden ein klares Bild zu geben, habe ich über den Werth oder Unwerth einer jeden derselben geeigneten Orts ein kurzes, bestimmtes und nicht bemänteltes Urtheil abgegeben. Jeder Berichtigung meiner Urtheile sehe ich dankbar entgegen, wenn sie sich nur auf wissenschaftliche oder aus der Praxis hervorgegangene Gründe stützt.

Nach einer ganz neuen Baum- oder Bestandes-Schätzungsmethode sucht der Leser dieser Schrift vergebens; denn ich ging bei Abfassung derselben von der Ansicht aus, daß zunächst an Schätzungsmethoden und Kubirungsregeln kein Mangel, sondern Ueberfluß sei. Nach meiner festen Ueberzeugung reichen das Draudt'sche Verfahren und nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln aufgestellte Schätzungsmittel für alle Zwecke und Zeiten vollständig aus. Mein Streben war, wie bemerkt, vorzugsweise darauf gerichtet, das vorhandene Material mehr zu ordnen und zu sichten, und die Vorzüge und Mängel der einzelnen Schätzungsweisen schärfer hervorzuheben, als es in den bis jetzt erschienenen Werken geschehen ist. Wenn mir, unter Berücksichtigung der vielen widersprechenden Ansichten,

welche in diesem Fachzweige immer noch bestehen, auch nur die Anbahnung einer größeren Einheit der Meinungen durch meine Schrift gelingen sollte, so sind Mühe und Arbeit nicht vergeblich gewesen. In wie weit meine Arbeit neue Beobachtungen und selbstständige Untersuchungen enthält, wird der mit der Literatur bekannte Leser zu beurtheilen vermögen.

Den vorkommenden Messungen und Rechnungen wurde, wenn nicht ausdrücklich ein anderes bemerkt ist, das österreichische Maß zu Grunde gelegt, welches bekanntlich, in so weit es hier in Anwendung kommt, von dem preußischen nur wenig abweicht.

Schon kurz nach Beginn des Druckes dieser Schrift habe ich mich entschlossen, da die Aussichten für einen definitiven Fortbestand der böhmischen Forstschule immer schlechter wurden, meine hiesige Stellung niederzulegen und in den großh. hess. Staats-Forstdienst zurückzutreten, welche Mittheilung zu machen ich mich namentlich meinen Freunden und Bekannten in Oesterreich gegenüber verpflichtet fühle.

Weißwasser in Böhmen, am 20. März 1860.

Dr. **F. Baur.**

Vorwort zur zweiten Auflage.

Als ich das Vorwort zur ersten Auflage meiner Holzmeßkunst als Lehrer der Forstwissenschaft und der Meßkunst an der Forstschule zu Weißwasser in Böhmen in dem Augenblick niederschrieb, wo ich im Begriff stand, wieder in den Großh. Hess. Staatsforstdienst zurückzutreten, da dachte ich nicht, daß ich je noch einmal an die Bearbeitung einer zweiten Auflage meines Lehrbuches kommen würde. Der Himmel wollte es jedoch anders!

Mein aus den Lehr- und Wanderjahren herausgewachsenes Buch hatte sich einer freundlichen Aufnahme von Seiten der Studirenden und ausübenden Forstbeamten zu erfreuen und fand selbst in den hervorragendsten Fachblättern eine sehr günstige Beurtheilung. Schon nach wenigen Jahren (1864) wurde ich abermals mitten aus der Forst- und Jagdpraxis herausgerissen und auf einen der hiesigen forstlichen Lehrstühle gesetzt, um neben andern Fächern wiederholt Holzmeßkunst vorzutragen. Durch diese veränderte Lebensstellung fiel mir der Entschluß, zu einer neuen Auflage meines Werkes zu schreiten, nachdem die erste Auflage von 1500 Exemplaren vergriffen war, viel leichter. Ohnehin war inzwischen kein neues ähnliches Buch erschienen, welches geeignet gewesen wäre, das meinige zu ersetzen.

In Bezug auf die nun vorliegende zweite Auflage fühle ich mich dem geehrten Leser gegenüber noch zur Beifügung folgender Bemerkungen verpflichtet.

Die systematische Eintheilung des Stoffes ist, abgesehen von einigen neu eingefügten Paragraphen, dieselbe geblieben; sie hat sich sowohl beim Unterricht als beim Selbststudium bewährt und lag ein Grund zu Aenderungen nicht vor.

In materieller Beziehung hat jedoch das Buch sehr wesentliche Aenderungen, Abkürzungen und Zusätze erfahren, so daß der Besitzer der ersten Auflage

die zweite kaum mehr erkennen wird. In Folge des bereits im ganzen deutschen Reiche eingeführten und in Oesterreich in nahe Aussicht gestellten *Metermaßes*, mußten selbstverständlich alle Angaben, welche sich in der ersten Auflage noch auf österreichisches Maß bezogen, in Metermaß umgerechnet werden. Ebenso fand der mathematische Theil der Materie, den an mich gelangten Wünschen entsprechend, eine eingehendere Begründung. Ich konnte mich jedoch nicht entschließen, z. B. die Entwickelung der stereometrischen Formeln, *als der Mathematik angehörig*, in den eigentlichen Text aufzunehmen, sondern habe dieselben in kleinerem Druck nur für solche Leser beigefügt, welchen dieselben vielleicht nicht mehr gegenwärtig sein sollten.

Die in den letzten zwölf Jahren erschienene Literatur und gemachten Versuche habe ich einer genauen Durchsicht unterworfen, und glaube ich nicht, daß mir der Vorwurf, eine beachtenswerthe neue Arbeit unberücksichtigt gelassen zu haben, gemacht werden kann. Deßhalb findet sich auch in dem jetzt vorliegenden Buche gar manche Erweiterung in Bezug auf Instrumente, Kubirungsregeln, Methoden der Bestandesschätzung, der Alter- und Zuwachsermittlung u. s. w. Insbesondere hat die Lehre vom Zuwachs wesentliche Abänderungen erfahren.

Meine Herren Fachgenossen rühmten an der ersten Auflage meines Lehrbuches vorzugsweise die einfache und leichtverständliche Darstellung, ich war daher bemüht, den ursprünglichen Charakter desselben möglichst beizubehalten. Es lag nicht in meiner Absicht, eine *Instruktion*, sondern ein *Lehrbuch* der Holzmeßkunst zu schreiben; mein Buch enthält deßhalb manche Materie von keinem oder nur geringem praktischen Werthe. Da ich jedoch jede Kubirungsregel, jede Methode der Massen-, Alter- und Zuwachsermittlung einer scharfen, aber wie ich glaube gerechten Kritik unterzog, so wird selbst der Anfänger nicht im geringsten Zweifel darüber bleiben, welche Ansicht der Verfasser über die einzelnen Methoden hat.

In letzterer Beziehung gereicht es mir zur Befriedigung, daß die Ansichten, welche ich bereits vor zwölf Jahren über einzelne Methoden der Massen- und Zuwachsbestimmung ausgesprochen habe, inzwischen theils wesentlich an Befestigung gewannen, theils zu den herrschenden wurden. Der im letzten Decennium in der fraglichen Richtung geführte literarische Kampf ist deßhalb kein vergeblicher gewesen.

Und so möge denn mein Buch in seiner gegenwärtigen Gestalt zum zweitenmal an den Thüren meiner verehrten Fachgenossen anklopfen und denjenigen, welche es bei sich einlassen, für Examen und Amt manchen guten Dienst erweisen; an Zeit und Mühe, dasselbe auf den neuesten Stand forstlicher Wissenschaft nnd Praxis zu bringen, habe ich es nicht fehlen lassen.

Hohenheim, im Juli 1874.

Dr. **L. Baur.**

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Begriff, Stellung, Wichtigkeit und Literatur §. 1 1

Erster Theil.

Von der Holzmassen-Aufnahme.

Vorbemerkungen §. 2 4

Erster Abschnitt.

Von der Ausmessung und Berechnung einzelner Bäume (Baumschätzung).

Erstes Kapitel.

Von der Aufnahme und Berechnung liegender Stämme.

I. Von den nöthigen Hülfsmitteln und Instrumenten.

A. Instrumente zum Messen der Durchmesser.

1. Die Kluppe oder das Gabelmaß §. 3 6
   - A. Kluppen mit Federn 8
   - B. Kluppen mit Schraube 8
   - C. Kluppen mit Keil 9
   - D. Kluppen mit Keil und Schraube 9
   - E. Kluppen mit beweglichen Schenkeln 10
     - a. Friedrich'sche Kluppe 11
     - b. Püschel'sche Kluppe 13
     - c. Stahl'sche Kluppe 13
   - F. Kubirungskluppe 13
2. Der Baumzirkel §. 4 16
3. Das Meßband oder Spannmaß §. 5 17
4. Die Baummeßkette §. 6 19

B. Instrumente zum Messen der Längen. Seite
1. Der Maßstab oder die Latte §. 7 20
2. Meßbänder und Meßketten §. 8 21
C. Instrumente für die physikalische Kubirung.
1. Die Wage §. 9 21
2. Der Xylometer (Aichgefäß) §. 10 23
D. Die Kubik- und Kreisflächentabellen §. 11 26
II. Von der Berechnung der Querflächen liegender Bäume §. 12 . . . 27
III. Von der Berechnung des Inhaltes liegender Bäume.
1. Allgemeine Bemerkungen über Baumformen §. 13 32
2. Formeln für die stereometrische Kubirung §. 14 33
A. Die Walze oder der Cylinder 33
B. Die wichtigsten Kegelformen 34
a. Der gemeine Kegel 34
b. Das Paraboloid 40
c. Das Neiloid 46
3. Von der Kubirung des Schaftholzes §. 15 51
A. Von der Kubirung aus der faktischen Mittenstärke des Schaftes . 54
B. Von der Kubirung nach einigen andern Formeln 60
a. Die Formel von Smalian 60
b. Die Formel von Hoßfeld 63
c. Die Formel von Riecke 64
d. Die Formel von Simpson 65
C. Schlußbemerkungen über die verschiedenen Kubirungsmethoden . 67
D. Kubirung der Stammabschnitte oder des Klotzholzes aus Länge und Oberstärke 68
E. Kubirung der Stangen aus Länge und einem aliquoten konstanten Abstand vom Boden 70
4. Von der Kubirung des stärkeren Ast- und Gipfelholzes §. 16 . . 72
5. Von der Kubirung des Reis-, Stock- und Wurzelholzes §. 17 . . 73
A. Kubirung mittelst des Xylometers 74
B. Kubirung durch Gewichtsbestimmung des Holzes 76
C. Kubirung nach Procenten des Schaftholzes 78
6. Von der Ermittlung der Rindenmasse §. 18 79
7. Von der Kubirung der Bäume nach Sortimenten §. 19 80
IV. Von der Massenbestimmung des Holzes in Schichtmaßen.
1. Zweck derselben §. 20 83
2. Von den Faktoren, welche den Kubikinhalt einer Holzschichte bestimmen §. 21 83
A. Die Dimensionen und Formen der Schichtmaße 84
B. Die Form und Beschaffenheit der Holzstücke 87
C. Die Begrenzung des Schichtmaßes 89
3. Bestimmung des Derbholzgehaltes der Schichtmaße §. 22 89
A. Bestimmung des Kubikinhaltes eines Raummeters Scheit- und Prügelholz 89

Seite
a. Stereometrische Methode 89
b. Physikalische Methode 90
B. Bestimmung des Kubikinhaltes eines Raummeters Stock- u. Reisholz 91
4. Resultate über den Derbholzgehalt der Raummaße §. 23 92
A. Versuche im Großherzogthum Baden 92
B. Versuche im Königreich Württemberg 98
5. Von der Verwandlung der Raummeter in Festmeter §. 24 . . . 100

Zweites Kapitel.

Von der Schätzung und Berechnung stehender Bäume.

Vorbemerkungen §. 25 102
I. Von den nöthigen Hülfsmitteln und Instrumenten.
1. Von den Baumhöhenmessern §. 26 103
A. Das Messen der Baumhöhen mittelst Stäben 104
B. Höhenmessung mittelst eines rechtwinkeligen gleichschenkeligen Dreieckes 105
C. Der Mayer'sche oder Hoßfeld'sche Höhenmesser 106
D. Der Höhenmesser von Winkler 108
E. Das Spiegelhypsometer von Faustmann 112
F. Der Höhenmesser von Weise 116
G. Der Dendrometer von Sanlaville 118
2. Von den Baumstärkenmessern §. 27 125
II. Von den verschiedenen Methoden der Schätzung und Kubirung stehender Bäume.
1. Von der Okularschätzung §. 28 129
2. Von der Schätzung nach Form- oder Reduktionszahlen §. 29 . . 131
A. Brusthöhenformzahlen 131
B. Echte Formzahlen 140
3. Von der Schätzung nach der Gehalts- oder Formhöhe §. 30 . . 152
4. Preßler's Kubirungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe § 31 153
5. Von der sektionsweisen Schätzung stehender Bäume §. 32 . . . 165
6. Von der Schätzung einzelner stehender Bäume nach Massentafeln §. 33 167

Zweiter Abschnitt.

Von der Holzmassen-Aufnahme der Bestände (Bestandesschätzung).

Vorbemerkungen §. 34 169

Erstes Kapitel.

Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Okularschätzung.

I. Von der Aufnahme durch Ansprechen eines jeden Baumes auf seinen Kubikinhalt §. 35 171
II. Von der Aufnahme nach Vergleichsgrößen und Ertragstafeln §. 36 . 175

Zweites Kapitel.

Seite

Von der stammweisen Aufnahme und Berechnung der Bestände.

Vorbemerkungen §. 37 180

I. Von der stammweisen Aufnahme der Bestände nach Stärkeklassen.

1. Von der Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen im Allgemeinen §. 38 182
2. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Probestämmen §. 39 191
   - A. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung **eines** arithmetischen Modell- oder Mittelstammes 193
     - a. Die Ermittlung der Stärke des arithmetischen mittleren Modellstammes 194
     - b. Die Auswahl, Fällung und Massenermittlung des mittleren Modellstammes 198
     - c. Die Berechnung der Bestandesmasse 200
   - B. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung **mehrerer** arithmetischer Mittelstämme 204
     - a. Die Bildung der Stärkeklassen 204
     - b. Die Ermittlung der Stärke des mittleren Modellstammes jeder Stärkeklasse 204
     - c. Die Auswahl, Fällung und Berechnung der Probestämme . 206
     - d. Die Berechnung der Bestandesmasse 209
   - C. Dr. A. Draudt's Methode 212
     - a. Die Ermittlung der Stammzahlen und Kreisflächen der Holzbestände 212
     - b. Die Auswahl der Probestämme und Ermittlung ihrer Kreisflächen 212
     - c. Die Aufnahme des Probeholzes 216
     - d. Die Berechnung der Holzbestandesmasse 218
     - e. Theoretische Begründung des Verfahrens 220
   - D. Das K. Urich'sche Verfahren (Kreisflächenmethode) 223
   - E. Das Robert Hartig'sche Verfahren 228
3. Von der Bestandes-Aufnahme nach Formzahlen §. 40 231
   - A. Die Bestandes-Aufnahme durch Einschätzen der Formzahlen . . 237
   - B. Professor Breymann's Bestandesschätzungsverfahren 244
4. Von der Bestandesschätzung nach Massentafeln §. 41 254
   - A. Von der Schätzung nach den bayerischen Massentafeln . . . 255
   - B. Von der Schätzung nach König's Waldmassentafeln 269
5. Von der Bestandes-Aufnahme nach Preßler's Grundstärken- und Richthöhen-Methode §. 42 273

II. Von der stammweisen Aufnahme der Bestände nach Stärke- und Höhenklassen.

1. Von der Bedeutung und Zahl der Höhenklassen §. 43 278
2. Von den verschiedenen Arten der Aufnahme nach Stärke- und Höhenklassen §. 44 280

Seite
A. Von der Bestandes-Aufnahme nach flächenweise getrennten Höhen 280
B. Von der Bestandes-Aufnahme nach in bunter Mischung unter einander stehenden Höhen 282

Drittes Kapitel.

Von der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

I. Zweck und Wichtigkeit der Aufnahme nach Probeflächen §. 45 . . 287
II. Von den verschiedenen Methoden der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.
1. Von der Aufnahme nach Probeflächen mit Flächenmessung §. 46 . 291
A. Die Auswahl der Probeflächen 291
B. Die Form, Größe und Ausscheidung der Probeflächen . . . 294
a. Die Form der Probeflächen 294
b. Die Größe der Probeflächen 295
c. Das Abstecken der Probeflächen 297
C. Die Aufnahme und Berechnung des Holzgehaltes der Probefläche 299
D. Die Berechnung der Bestandesmasse 300
2. Von der Aufnahme nach Probeflächen ohne Flächenmessung §. 47 . 300

Viertes Kapitel.

Von der Ermittlung der Zwischennutzungserträge. §. 48 302

Fünftes Kapitel.

Von der Anwendung der einzelnen Bestandesschätzungsmethoden nach Verschiedenheit der Schätzungszwecke.

I. Von den bei Waldwerthberechnungen und Waldtheilungen anzuwendenden Methoden §. 49 307
II. Von den bei Waldertragsregelungen anwendbaren Schätzungsmethoden §. 50 309
III. Von den bei forststatischen Untersuchungen einzuhaltenden Verfahren §. 51 313

Zweiter Theil.

Von der Ermittlung der Holzalter.

Vorbemerkungen §. 52 317

Erster Abschnitt.

Von der Alterbestimmung an Einzelbäumen.

I. Von der Schätzung des Alters nach dem Augenmaß.
1. Von der Beurtheilung des Alters nach der Höhe und dem Durchmesser des Baumes §. 53 319

Seite

2. Von der Altersermittlung nach der Zahl der Schaftquirle §. 54 . . 321
II. **Von der Alterbestimmung nach geschichtlichen Ueberlieferungen §. 55** 322
III. **Von der Alterbestimmung mittelst Zählen der Jahrringe §. 56** . . 323

Zweiter Abschnitt.

Von der Alterbestimmung ganzer Bestände.

I. **Von der Alterbestimmung gleich alter Bestände §. 57** 327
II. **Von der Bestimmung des mittleren Alters ungleich alter Bestände.**
1. Wichtigkeit und Begriff des mittleren Alters §. 58 330
A. Wichtigkeit des mittleren Bestandesalters 330
B. Begriff des mittleren Bestandesalters 332
2. Methoden zur richtigen Bestimmung der mittleren Bestandesalter §. 59 334
A. Bestimmung des mittleren Alters nach Ertragstafeln 334
B. Bestimmung des mittleren Alters aus Masse und Durchschnittszuwachs (Massenalter) 335
C. Bestimmung des mittleren Alters aus Fläche und Alter (Flächenalter) 338

Dritter Theil.

Von der Ermittlung des Zuwachses.

Vorbemerkungen §. 60 340
A. Begriff und Wichtigkeit des Zuwachses 340
B. Verschiedene Arten des Zuwachses 341
1. Länge- und Stärkezuwachs 341
2. Quantitätszuwachs 341
a. Der laufendjährige Zuwachs 342
b. Der periodische Zuwachs 342
c. Der Gesammtalters- oder summarische Zuwachs 342
d. Der durchschnittliche Zuwachs 342
e. Der periodische Durchschnittszuwachs 342
3. Der Qualitätszuwachs 342
4. Der Theuerungszuwachs 342
C. Gegenseitiges Verhältniß zwischen laufendjährigem und Gesammtalters-Durchschnittszuwachs 343
D. Von dem bei Zuwachsermittlungen möglichen Genauigkeitsgrade 346

Erster Abschnitt.

Von der Zuwachsermittlung an einzelnen Bäumen.

I. **Von der Ermittlung des Höhen-, Stärke- und Flächenzuwachses.**
1. Von der Ermittlung des Höhenzuwachses §. 61 347

Seite

2. Von der Ermittlung des Stärkezuwachses §. 62 349
3. Von der Berechnung des Flächenzuwachses §. 63 353

II. Von der Ermittlung des laufenden und periodischen Massezuwachses.

1. Von der Ermittlung des Massezuwachses liegender Bäume nach dem Sektionsverfahren §. 64 355
   A. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Massezuwachses der letzten Jahre 356
   B. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Stärkezuwachses der letzten Jahre 356
   C. Die Zuwachsermittlung durch Aufrechnung des Stärke- und Massezuwachses der letzten Jahre 361
2. Ermittlung des Massezuwachses liegender Bäume aus der Mittenstärke §. 65 362
3. Von der Ermittlung des Massezuwachses nach Formzahlen §. 66 . 364
   A. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an liegenden Bäumen 365
   B. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an stehenden Bäumen 367
4. Von der Ermittlung des Massezuwachses nach Procenten §. 67 . . 368
   A. Vom Zuwachsprocent für Zwecke der Massenwirthschaft . . . 369
   B. Vom Zuwachsprocent für Zwecke der Geldwirthschaft 377
      a. Ermittlung des Massezuwachses am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme (genaue Zuwachsmessung nach Preßler) 380
      b. Ermittlung des Massezuwachsprocentes stehender Bäume aus Grundstärke (eingrenzende Zuwachsschätzung nach Preßler) . 382
5. Von der Zuwachsermittlung nach dem Gesammtaltersdurchschnittszuwachs §. 68 388

Zweiter Abschnitt.

Von der Zuwachsermittlung an Beständen.

I. Von der Zuwachsermittlung der Bestände im Allgemeinen §. 69 . 391

II. Von den verschiedenen Methoden der Zuwachsermittlung der Bestände.

1. Von der Zuwachsschätzung nach Ertragstafeln §. 70 394
2. Von der Zuwachsschätzung nach dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs und von dem progressiv abnehmenden Zuwachs §. 71 401
3. Von der Zuwachsschätzung der Bestände nach Procenten §. 72 . . 407
4. Von der Zuwachsschätzung der Bestände nach den bayerischen Massentafeln §. 73 409

Anhang.

Kreisflächen-Tabellen für Metermaß 411

Verzeichniß der Druckfehler.

Seite 35 Zeile 8 von unten lese man d^2 statt δ^2.

„ 213 „ 13 „ oben „ „ 0,0098 statt 0,098.

„ 219 rücke man alle Zahlen in Spalte b um eine Linie hinauf.

„ 222 Zeile 8 von oben lese man $M_1 + M_2 + \ldots M_n$ statt $M_1 + M_2 + \ldots M_2$.

„ 224 Zeile 9 von unten lese man Gruppen statt Gruppe.

„ 233 Zeile 7 von unten lese man $\frac{0{,}33 + 0{,}37}{2}$ statt $\frac{0{,}33 \times 0{,}37}{2}$.

„ 268 Zeile 9 von unten lese man 38 statt 36.

Einleitung.

Begriff, Stellung, Wichtigkeit und Literatur.

§. 1.

1, Begriff. Die Holzmeßkunst (Baum- und Bestandesschätzung, Holztaxation, forstliche Körperlehre) beschäftigt sich mit der Kubirung, Altersbestimmung und Zuwachsermittlung einzelner Bäume und ganzer Holzbestände.

Die Kubirung beschlagener oder bereits in Verfeinerung begriffener Baumtheile wird hierbei keiner näheren Betrachtung unterworfen, weil diese streng genommen keinen Gegenstand der Forstwissenschaft mehr bildet und demjenigen keine Schwierigkeit bereiten kann, welcher mit den einfachen Sätzen der Stereometrie bekannt ist.

2. Stellung und Wichtigkeit. Die Lehre von der Aufnahme der Bäume und Bestände, nach Masse, Alter und Zuwachs, ist in sofern kein selbständiger Zweig der Forstwissenschaft, als sie streng genommen nur eine, wenn auch vielleicht die wichtigste, Vorarbeit zur Waldertragsregelung (Taxation, Betriebsregulirung, Forsteinrichtung u. s. w.) bildet. Sie ertheilt zu diesem Behufe Auskunft über die Holzvorräthe einzelner Bestände und ganzer Waldungen in jedem beliebigen Jahre der Umtriebszeit und den an den ersteren noch weiter erfolgenden Zuwachs und liefert so gleichzeitig noch Anhaltspunkte zur Festsetzung der vortheilhaftesten Umtriebszeiten der einzelnen Hiebsorte.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist aber die Holzmassenaufnahme einzelner Bestände und ganzer Waldungen auch noch für alle möglichen Aufgaben der Waldwerthberechnung, wie z. B. für Waldtheilungen, Servitutablösungen, Waldkäufe und -Verkäufe; indem alle derartigen Fragen ohne genaue Kenntniß der auf den

fraglichen Waldkomplexen befindlichen Holzvorräthe in befriedigender Weise nicht gelöst werden können.

Die Methoden der Holzmassen-, Alter- und Zuwachsermittlung müssen daher bei Jedem, welcher sich mit der Ertragsregelung oder Werthberechnung der Waldungen zu beschäftigen hat, vorausgesetzt werden.

3. Die **Literatur** über diesen interessanten Fachzweig kann, gegenüber der vielseitigen Behandlung, welche andere forstliche Disciplinen bereits gefunden haben, im allgemeinen nur spärlich genannt werden. Viele Lehrbücher der Waldertragsregelung (Forsttaxation) behandeln zwar den Gegenstand in einem besonderen Abschnitte mehr oder weniger erschöpfend, auch findet sich in den verschiedenen forstlichen Journalen manches schätzbare Material zerstreut, aber besondere, für sich abgeschlossene und den Gegenstand erschöpfende, Schriften sind bis jetzt und namentlich in neuester Zeit nur wenige erschienen. Die wichtigeren, welche auch theilweise bei den nachfolgenden Abhandlungen benutzt wurden, sind:

Wilhelm Hoßfeld. Niedere und höhere praktische Stereometrie. Leipzig 1812.

Dr. **G. König.** Anleitung zur Holztaxation. Gotha 1813; sowie dessen Forstmathematik. Gotha 1854. Fünfte, wesentlich vermehrte Auflage von Dr. C. Grebe. Gotha 1864.

H. L. Smalian. Beitrag zur Holzmeßkunst. Stralsund 1837; sowie dessen Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes u. s. w. Berlin 1840.

Dr. **J. L. Klauprecht.** Die Holzmeßkunst. Karlsruhe 1842 und 1846.

Dr. **Karl Heyer.** Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, verfaßt im Auftrage der Versammlung süddeutscher Forstwirthe. Gießen 1846.

H. Karl. Ausführliche Abhandlung über die Ermittlung des richtigen Holzbestandalters u. s. w. Frankfurt am Main 1847.

Dr. **Friedrich Riecke.** Ueber die Berechnung des körperlichen Inhalts unbeschlagener Baumstämme. Stuttgart 1849.

Dr. **Th. Hartig.** Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche u. s. w. Berlin 1847 und 1851.

Dr. **Gustav Heyer.** Ueber die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852.

Stahl, königl. preußischer Oberförster. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehalts stehender Bäume u. s. w. Berlin 1852.

Max Rob. Preßler. Neue holzwirthschaftliche Tafeln. Dresden 1857, 1869; sowie dessen Meßknecht. Braunschweig 1852, 1854, 1862; und dessen Gesetz der Stammbildung. Leipzig 1865.

Karl Breymann. Anleitung zur Aufnahme der Holzmasse und Bestimmung der Formzahlen mittelst eines Universalinstruments u. s. w. Wien 1857; sowie dessen Tafeln für Forstingenieure und Taxatoren. Wien 1859. Endlich dessen Anleitung zur Holzmeßkunst, Waldertragsbestimmung und Waldwerthberechnung. Wien 1868. W. Braumüller.

Dr. **August Draudt,** Großh. hess. Oberförster. Die Ermittlung der Holzmassen. Gießen 1860.

Dr. **Eduard Heyer,** Oberförster und zweiter Lehrer der Forstwissenschaft in Gießen. Zur Holzmassenermittlung, Bonitirung und Kritik der Taxationsmethoden. Gießen 1861.

Dr. **Eduard Heyer.** Ueber Messung der Höhen, sowie der Durchmesser ꝛc., nebst einleitenden Bemerkungen über Bildung der Massen- und Ertragstafeln. Gießen 1870.

Franz Großbauer, Professor an der k. k. Forstlehranstalt Mariabrunn. Das Winkler'sche Taschen-Dendrometer neuester Konstruktion. Wien 1864.

Kohli, K. preuß. Oberforstmeister. Anleitung zur Schätzung stehender Kiefern nach Massentafeln und nach dem Augenmaße. Berlin 1861.

Dr. **Nördlinger,** Forstrath und Professor der Forstwissenschaft. Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1871.

Alfred Püschel, herzogl. Anhalt'scher Forstinspektor. Die Baummessung und Inhaltsberechnung nach Formzahlen und Massentafeln. Leipzig 1871.

Hans Riniker, Oberförster des Kantons Aarau. Ueber Baumform und Bestandesmasse. Aarau 1873.

Dr. **Heinrich Burkhardt,** Forstdirektor. Hülfstafeln für Forsttaxatoren. I. Heft. Erläuterungen und Bemerkungen zu den Hülfstafeln. II. Heft. Hannover 1873.

Ferner enthalten die Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, das Tharander Jahrbuch, Baur's Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, sowie Gruner't's und Dankelmann's forstliche Blätter u. s. w. manche werthvolle Aufsätze.

Erster Theil.

Von der Holzmassen-Aufnahme.

Vorbemerkungen.

§. 2.

Jeder Baum besitzt einen mehr oder weniger starken Wurzelstock, aus welchem sich zunächst der Schaft oder Stamm entwickelt, und dieser verläuft nach seinem Gipfel hin wieder in Aeste und Zweige. Diese vorzugsweise wichtigen Theile des Baumes besitzen in der Regel einen sehr verschiedenen Gebrauchs- und Verkaufswerth.

Um darum Bäume oder Bestände ihren Verwendungszwecken und ihrem Werthe nach richtig bemessen zu können, genügt es, und namentlich in einer geregelten Forstwirthschaft, meist nicht, den summarischen Betrag der Holzmasse allein zu kennen, sondern man verlangt auch diese Angaben getrennt nach Holzarten und Sortimenten: wie Scheit-, Prügel-, (Knüppel-) Stock- und Reisholz.

Die weitere Trennung der Holzmassenergebnisse in: Brenn-, Bau-, Werk- und Nutzholz, bildet streng genommen keinen Gegenstand der Baum- und Bestandesschätzung mehr, sondern schlägt schon in das Gebiet der Forstbenutzung ein.

Die Einheit des Körpermaßes bildet der Kubikmeter. Nach den im deutschen Reiche getroffenen Vereinbarungen unterscheidet man aber wieder zwischen Festmeter und Raummeter. Ein Theil des Holzes (runde Nutzholzstücke) wird nämlich direkt durch stereometrische Berechnung kubirt und in Kubikmetern wirklicher Holzmasse, d. h. Festmetern ausgedrückt. Ein anderer Theil, nament-

lich das Brennholz (auch Nutzscheiter), wird aber in Schicht- oder Raummaße aufgesetzt, welche Parallelepipede von einem Kubikmeter Raum bilden, leere Zwischenräume enthalten und im Gegensatz zum Festmeter, Raummeter genannt werden. Letztere haben selbstverständlich stets einen verhältnißmäßig geringeren Kubikinhalt.

Die Aufgabe der Holzmassen-Aufnahme geht nun zunächst dahin, den Inhalt der Bäume oder Bestände in Festmetern anzugeben. Da aber jetzt noch fast überall die größere Menge des Holzmaterials in Raummetern abgegeben wird, so pflegt man, der besseren Vergleichbarkeit der Resultate wegen, die Raummeter in Festmeter zu reduciren, in welcher Beziehung später die erforderlichen Anhalte gegeben werden sollen.

Da die Lehren der Baumschätzung denjenigen der Bestandesschätzung immer vorausgeschickt werden müssen, indem sich letztere auf erstere stützen und man in der ganzen Holzmeßkunst immer aus dem Inhalte einzelner Bäume auf denjenigen ganzer Bestände zu schließen pflegt, so gehen wir zunächst zur Ausmessung und Berechnung von Einzelstämmen über.

Die Kubirung des Holzes gründet sich entweder auf stereometrische Berechnungen (regelmäßige Holzstücke) oder auf Methoden, welche auf physikalischen Gesetzen beruhen (unregelmäßige Holztheile, Stockholz, Reisholz u. s. w.). Bei der stereometrischen Berechnung müssen stets gewisse Dimensionen (Länge und Dicke) an dem Holze gemessen werden, während das physikalische Verfahren im Allgemeinen auf dem Satze beruht, daß ein in eine Flüssigkeit (Wasser) getauchter Körper (Holz) so viel Wasser verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt. Auch kann man durch Wiegen des Holzes, gestützt auf den Satz, daß sich bei einem und demselben Körper die Volumina wie die Gewichte verhalten, den Inhalt desselben bestimmen.

Zur Messung der Länge und Dicke des Holzes und zur Erleichterung der Rechnungen, zur Bestimmung des Wassers, welches eingetauchte Holzstücke verdrängen, und zum Wiegen derselben selbst gehören aber gewisse Hülfsmittel und Instrumente, welche nun zunächst beschrieben werden sollen.

Erster Abschnitt.

Von der Ausmessung und Berechnung einzelner Bäume (Baumschätzung).

Erstes Kapitel.

Von der Aufnahme und Berechnung liegender Stämme.

I. Von den nöthigen Hülfsmitteln und Instrumenten.

A. Instrumente zum Messen der Durchmesser.

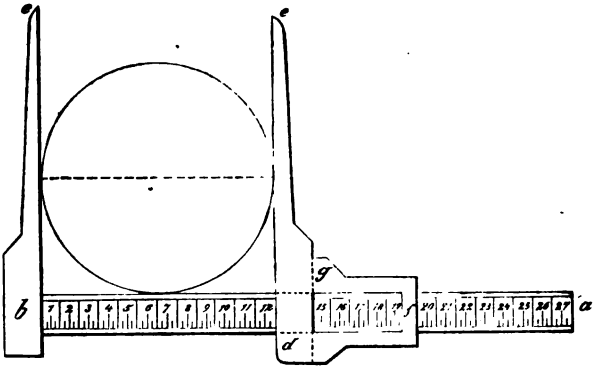
1. Die Kluppe oder das Gabelmaß.

§. 3.

Eines der gebräuchlichsten und bekanntesten Instrumente zum Messen der Durchmesser an jeder beliebigen Stelle des Baumes ist die Baumkluppe oder das Gabelmaß. Die wesentlichen Bestandtheile eines solchen Instrumentes, welches unter sehr verschiedenen Konstruktionen vorkommt, sind ein 50—60^{mm} breiter, 10^{mm} dicker und 0,5 — 1^{m} langer Maßstab (Lineal) a b (Fig. 1), an dessen einem Ende b, genau senkrecht zu a b, der je nach der Stärke der Stämme 0,3—0,5^{m} lange Schenkel b c unbeweglich fest verbunden ist.

Der Maßstab wird für wirthschaftliche Zwecke gewöhnlich fortlaufend von Centimeter zu Centimeter, für wissenschaftliche Arbeiten aber von Millimeter zu Millimeter eingetheilt, wenn man im letztern Falle nicht vorzieht, eine Noniusvorrichtung anzubringen, welche ein scharfes Ablesen auf einfachere Weise gestattet. Die Bezifferung auf dem Maßstab a b wird zweckmäßig in einer etwas vertieften Nuth angebracht oder eingeschlagen oder eingebrannt, damit sie sich durch das Verschieben des beweglichen Schenkels nicht so leicht abreibt.

Fig. 1.



Ein zweiter gleichlanger Schenkel d e ist derart in dem Maßstab a b eingefügt, daß er an demselben jederzeit sanft, aber doch gepreßt und stets parallel zu b c auf- und abgeschoben werden kann. Selbstverständlich müssen die beiden Schenkel d e und b c während der ganzen Arbeit genau ihre parallele und senkrechte Stellung zum Maßstab behaupten, dürfen darum nicht wackeln und sollen möglichst wenig dem Werfen und Schwinden ausgesetzt sein, weßhalb man gerne Birnbaumholz zur Anfertigung von Baumkluppen verwendet.

Soll nun mittelst eines solchen Instrumentes der Durchmesser eines Baumes abgegriffen werden, so bringt man den letzteren zwischen die beiden kürzeren Schenkel desselben, drückt alsdann den festen Schenkel c b an die Rinde, schiebt den beweglichen c d auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls fest an dieselbe an, und liest den Betrag in Centimetern und Bruchtheilen, ehe man die Kluppe an dem Stamme zurückzieht, ab.

In Fig. 1 haben wir Form und Konstruktion der Kluppe nur im Allgemeinen zur Anschauung gebracht. Wenn man auch durch zweckmäßige Auswahl des Materials das vorkommende Quellen und Schwinden möglichst zu vermeiden sucht, so läßt sich dasselbe, den verschiedenen Einwirkungen der Witterung gegenüber, doch nie ganz vermeiden. Durch das Quellen des Holzes an der Kluppe verliert nämlich der bewegliche Schenkel seine leichte Beweglichkeit, durch das Schwinden dagegen wird der Parallelismus der beiden Schenkel in Frage gestellt. Diese Mißstände suchte man durch alle möglichen Konstruktionen

zu umgehen, über welche nun noch einige Bemerkungen beigefügt werden sollen*).

A. Kluppen mit Federn. Man brachte an irgend einer Fläche des Hohlraums, z. B. bei d, Fig. 1, eine Feder an, welche der Volumenveränderung der Kluppe folgen sollte, um so die berührten Mißstände zu beseitigen und erreichte damit auch mehr oder weniger seinen Zweck. Solche Kluppen sind noch vielfach im Gebrauch, haben aber immerhin den Fehler, daß sie bald zu schwer, bald zu leicht gehen, je nachdem sich das Holz ausdehnt oder zusammenzieht. Diesen Uebelstand beseitigte der Großherzogl. hess. Oberforstsekretär Reißig theilweise dadurch, daß er dem Maßstab der Kluppe nicht einen rechteckigen Querschnitt, sondern die Form eines Paralleltrapezes gab**).

B. Kluppen mit Schraube. Die soeben erwähnte Feder wird durch eine Schraube ersetzt, welche einen zwischen dem Hohlraum des beweglichen Schenkels und dem Maßstab mit rechteckigem Querschnitt liegenden Metallstreifen, in der Regel von der schmalen Seite d des Maßstabes aus, je nach Bedürfniß an diesen drückt und so dem verderblichen Einfluß des Schwindens und Quellens zu steuern sucht. Eine derartige Kluppe hat C. Heyer in seiner „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen", Gießen 1846, Seite 56 empfohlen und näher beschrieben.

Eine andere hierher gehörige Form fertigt sehr schön der Schreinermeister Ph. Chr. Barth in Loffenau, O.A. Neuenbürg im Schwarzwald. Die Schraube liegt bei dieser Kluppe ganz in dem beweglichen Schenkel und hindert daher in keiner Weise. Eine zweite Schraube ganz ähnlicher Beschaffenheit ist auch an dem festen Schenkel angebracht und dient dazu, denselben ganz abzuschrauben, was beim Transport sehr bequem ist. Sodann sind die beiden schmalen Seiten des Maßstabes mit einer Messingschiene belegt, wodurch die Reibung wesentlich vermindert wird. Damit die Schraube während des Gebrauchs nicht aufgeht, haben wir in neuester Zeit noch eine hiegegen vollständig schützende Gegenschraube anbringen lassen.

Eine dritte Kluppenform mit Schraube hat Dr. E. Heyer

*) Man vergleiche auch einen Artikel der Allg. Forst- und Jagdzeitung 1868, S. 438, welchem wir einige Notizen und die beiden folgenden Zeichnungen entnommen haben.

**) Jahrbücher der Forstkunde von Wedekind, Heft 32, S. 1—8.

veröffentlicht und abgebildet*). Die Konstruktion ergibt sich aus Fig. 2, in welcher A den Theil des beweglichen Schenkels darstellt, welcher sich an dem Maßstabe auf- und abschieben läßt; m ist der Querschnitt des Maßstabes, auf beiden Seiten c ist aber an dem Hohlraum des beweglichen Schenkels so viel Spielraum gelassen, daß auch bei dem höchsten Grad des Quellens die Bewegung des letzteren keine Störung erleidet; n ist der Querschnitt eines Holzstückes, welches durch eine Schraube o nach Belieben mittelst des Schraubenschlüssels auf- und abwärts geschraubt und daher stets dem Maßstab m nach Erforderniß genähert werden kann. Auch diese Kluppe soll den Parallelismus der beiden Arme der Kluppe nicht immer wahren, weil der bewegliche Schenkel vorzugsweise auf der einen Schraube ruht.

Fig. 2.

C. Kluppen mit Keil. In der Holzmeßkunst von Smalian, Stralsund 1837, findet sich eine Kluppe beschrieben, die den Parallelismus der Schenkel dadurch herzustellen resp. zu erhalten sucht, daß man zwischen den Hohlraum des beweglichen Schenkels und die obere Fläche des Maßstabes einen sogenannten Stellkeil einfügen kann, den man beim Schwinden des Holzes etwas tiefer hineinschiebt, beim Quellen desselben aber wieder entsprechend herauszieht. Diese Kluppe ist uns noch nicht zu Gesichte gekommen, sie soll aber nach Lehr ihren Zweck besser erfüllen, wenn man dem Maßstab keinen rechteckigen, sondern einen paralleltrapezartigen Querschnitt geben würde.

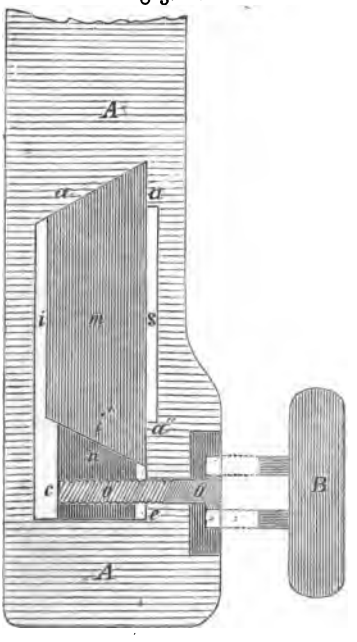
D. Kluppen mit Keil und Schraube. Die an den unter A—C beschriebenen Kluppen vorkommenden Schattenseiten, sucht G. Heyer**) durch Kombination des Smalian'schen Keils mit Schraube und paralleltrapezförmigem Querschnitt des Maßstabes (Reißig'sches Prinzip) zu beseitigen. Fig. 3 bringt diese Konstruktion zur Anschauung. A stellt wieder einen Theil des beweglichen Schenkels vor; m ist der Querschnitt des Maßstabes an der Stelle, wo er den beweglichen Schenkel durchdringt. Der Maßstab m liegt bei

*) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1861, S. 81.

**) Vergl. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1868, S. 439.

a, a' und a'' am Schenkel an, kann sich aber in der Richtung i und i' beliebig ausdehnen; n ist der Querschnitt eines Metallkeils, welcher mittelst der Schraube o beliebig zwischen dem Raume c und e hin- und hergeschraubt und daher auch nach Bedürfniß an die Seite i' angedrückt werden kann. Durch diese Einrichtung ist es möglich geworden, das Schwinden und Quellen der Kluppe wirkungslos, sowie auch die leichte Verschiebbarkeit des Schenkels zu jeder Zeit möglich zu machen. Bei s ist an dem Schenkel noch eine Feder angebracht, welche gegen den Maßstab drückt und dadurch den sogenannten „lahmen Gang" der Schraube unschädlich macht. Der Schraubenschlüssel B dient dazu, mit seinen beiden Zapfen in die entsprechenden Vertiefungen der Schraube o eingesteckt zu werden, um die Schraube bequem drehen zu können. Steckt der Forstmann den Schlüssel zu sich, so ist dadurch auch dem Arbeiter die Gelegenheit genommen, die Kluppe nach seinem Belieben zu stellen. Die G. Heyer'sche Kluppe, welche der Mechanikus Staudinger in Gießen seither zum Preis von 3—3½ Thaler lieferte, vereinigt jedenfalls viele Vorzüge in sich und ist deßhalb auch schon ziemlich viel verbreitet. Neben dieser Holzkluppe verfertigt Staudinger auch noch für wissenschaftliche Untersuchungen eine Kluppe von Messing. Dieselbe ist natürlich wegen der gleichmäßigeren und geringeren Ausdehnung viel einfacher konstruirt, besitzt einen Nonius und gestattet ein Ablesen bis auf 0,1 mm.

Fig. 3.



E. Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln. Die eben beschriebene Kluppen-Konstruktion mit einem festen und einem beweglichen Schenkel war unseres Wissens, abgesehen von einzelnen unwesentlichen Modifikationen, bis zum Jahre 1858 die gewöhnlichste. Um diese Zeit veröffentlichten Oberförster Friedrich und Forstkommissär Püschel, später (1863) Oberförster Stahl

Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln, also von wesentlich verschiedenem System, welche wir nicht mit Stillschweigen übergehen dürfen.

a. Die Friedrich'sche Kluppe. Der gräflich Heinrich Georg Longueval v. Buquoi'sche Oberförster Herr Josef Friedrich, zu Jakule in Böhmen, welcher sich viel mit der Konstruktion einer einfachen Baumkluppe beschäftigte, erfand nach eigner schriftlichen Mittheilung im Oktober 1858 eine Kluppe, welche sich nach unserer Ansicht durch große Einfachheit, Zuverlässigkeit und Zweckmäßigkeit auszeichnet.

Die an den unter A bis E beschriebenen Kluppenformen, zur Verhinderung des ungleichmäßigen Ganges, des Schwindens und Quellens u. s. w. angebrachten Vorrichtungen waren entweder komplicirt oder entsprachen nur unvollständig ihrem Zwecke. Herr Oberförster Friedrich hat nun diesen Uebelstand durch eine Konstruktion beseitigt, von der man behaupten kann, daß sie nicht leicht noch einer größeren Vereinfachung fähig ist. Man denke sich (Fig. 4) zwei gleich lange, etwa 40mm breite und 30mm dicke Maßstäbe (Lineale) c e und a e (letzterer ist durch c e zum Theile verdeckt) und nahe an deren Enden a und c senkrecht je einen festen Schenkel c d und a b eingefügt, ferner auf dem einen Maßstab a e eine auf dem Schenkel a b senkrecht stehende schmale Leiste, von paralleltrapezförmigem Querschnitt so angebracht, daß die schmale parallele Seite des Trapezes auf a b aufliegt und endlich längs dem Maßstab c e eine dem Querschnitt der genannten Leiste entsprechende Nuthe, welche zu dem Schenkel c d senkrecht steht, so ist die Kluppe in der Hauptsache und abgesehen von der Theilung schon fertig. Die beiden Maßstäbe c e und a e lassen sich dann, ohne auseinander zu fallen, nach dem Prinzip der Schwalbenschwanzleisten beliebig leicht ineinander hin- und herschieben und die beiden Schenkel c d und a b müssen bei dieser Bewegung natürlich ihre parallele Lage vollständig behalten. Selbstverständlich muß der Querschnitt der Nuthe etwas größer als derjenige der Leiste sein, damit letztere leicht in der

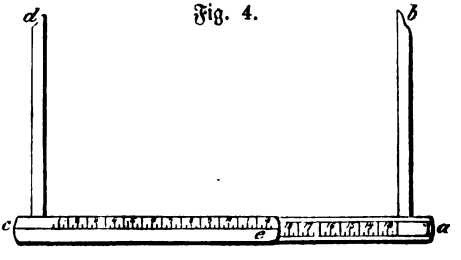


Fig. 4.

Ruthe verschoben werden kann, was aber bei dieser Art der Einrichtung zu keinem Fehler Veranlassung gibt.

Ein weiterer Vorzug dieser Kluppe besteht noch darin, daß die Maßstäbe c e und a e nur die halbe Länge wie bei den bereits beschriebenen Kluppen zu haben brauchen, um doch gleich starke Durchmesser wie dort messen zu können. Ist nämlich der Maßstab c e von der innern Kante des Schenkels c d angefangen bis zum Ende e, z. B. in 12 Centimeter (vielleicht noch in kleinere Theile) getheilt, so braucht man den zweiten Maßstab a e nur in der Richtung nach c hin zu verschieben, um alle Baumdurchmesser von 1—12 Centimeter messen zu können. Theilt man nun den in der Figur theilweise verdeckten, gleich langen Maßstab a e von 13 Centimeter anfangend fortlaufend in gleicher Weise bis zu 24 Centimeter ein, wie dieß aus der Zeichnung ersichtlich, so ist klar, daß man mit dieser Kluppe auch Bäume von 12—24 Centimeter messen kann, wenn man in diesem Falle die beiden Maßstäbe nicht wie vorhin zusammen, sondern entsprechend auseinander schiebt. Würden z. B. die beiden Schenkel a b und c d in ihrer gegenwärtigen Stellung gerade mit ihren inneren Kanten einen Baumstamm umfassen, so hätte derselbe einen Durchmesser von 18 Centimeter.

Wollte man eine Kluppe konstruiren, mit der man unter Umständen Stämme bis zu 100 Centimeter Durchmesser aufnehmen könnte, so hätte man die beiden Maßstäbe a e und c e je nur etwas über 50 Centimeter lang zu machen, die senkrecht stehenden Arme müßten ebenfalls mindestens eine Länge von 25 Centimeter besitzen. Die Friedrich'sche Kluppe hat daher auch nur die halben Dimensionen, als andere für gleiche Verhältnisse konstruirte derartige Instrumente nöthig, ein Vorzug, der hinsichtlich des Gebrauches und des leichteren Transportes immerhin anzuschlagen ist.

Wir glauben diese Erfindung dem Forstpersonale sowohl für die gewöhnlichen wirthschaftlichen Zwecke, als auch für genaue wissenschaftliche Untersuchungen auf das wärmste empfehlen zu können. Das ganze Instrument ist von Holz und läßt sich für einen Preis von 4—5 Mark leicht herstellen.

Die Friedrich'sche Kluppe wurde in neuester Zeit von Robert Micklitz etwas abgeändert und kostet eine so abgeänderte Kluppe von Holz 6 Mark, von Metall aber 24 Mark *).

*) Vergleiche Forst- und Jagdkalender für Oesterreich 1869, Seite 68 (sub Nr. 4).

b. Die Kluppe von Püschel. Eine auffallende Erscheinung ist es, daß ganz in derselben Zeit (Novemberheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung pro 1858) Forstkommissär Püschel aus Dessau eine Baumkluppe beschrieb, welche im Prinzipe mit der Kluppe von Friedrich ganz übereinstimmt, und von welcher Püschel äußert, daß der Erfinder dieses Instruments nicht bekannt sei. Die von Püschel beschriebene Kluppe weicht jedoch von der Friedrich'schen einmal darin ab, daß bei letzterer die Schenkel c d und a b fest mit den Linealen a e und c e verbunden sind, während diese bei ersterer sich in die Maßstäbe einlegen lassen; sodann haben bei der von Püschel beschriebenen Kluppe die Leiste und Nuth, in welcher sich die beiden Maßstäbe bewegen, rechteckige Querschnitte, so daß die beiden Maßstäbe nicht von selbst zusammen gehalten werden, sondern durch drei Messingbänder mit einander verbunden werden müssen, was bei dem Friedrich'schen Instrumente hinwegfällt.

c. Die Kluppe von Stahl. Im sechsten Hefte der „forstlichen Blätter" von J. Th. Grunert, S. 138—146, hat der nun verstorbene und um die Holzmeßkunst verdiente K. preuß. Oberförster Stahl eine Kluppe beschrieben und abgebildet, welche offenbar der Friedrich'schen Kluppe, die wir schon in der ersten Auflage dieses Lehrbuches beschrieben, nachgebildet ist. Sie stimmt mit letzterer in der Konstruktion überein, unterscheidet sich von derselben wesentlich nur darin, daß sie noch eine Noniusvorrichtung enthält, um für genauere Messungen auch noch kleinere Stärkebeträge ablesen zu können. Die Stahl'sche Kluppe wurde zur Zeit der Veröffentlichung von dem Tischlermeister Arendhold in Rüdersdorf bei Berlin mit feststehenden Schenkeln für 22½ Sgr., mit Schenkeln zum Zusammenlegen für 5 Mark gefertigt.

F. Die Kubirungskluppe. Dieses Instrument, obgleich auch zum Abgreifen der Durchmesser geeignet, dient doch vorzugsweise zum direkten Ablesen der Kubikinhalte, in Kubikmetern und Hundertheilen desselben, wenn Durchmesser in Centimetern und Länge in Metern gegeben sind. Die Kluppe ist seit 1863 in solchen Forstämtern Württembergs eingeführt*), in welchen die Nadelnutzholzwirthschaft ganz in den Vordergrund tritt und die Stämme von den Händlern nur von vorausbestimmten Längen verlangt

*) Vergl. Amtsblatt der K. W. Forstdirektion von 1863, S. 10.

werden. Die Konstruktion der Kluppe geht, soweit wie nothwendig, aus Fig. 5 hervor, welche den charakteristischen Theil derselben in halber natürlicher Größe zur Anschauung bringt.

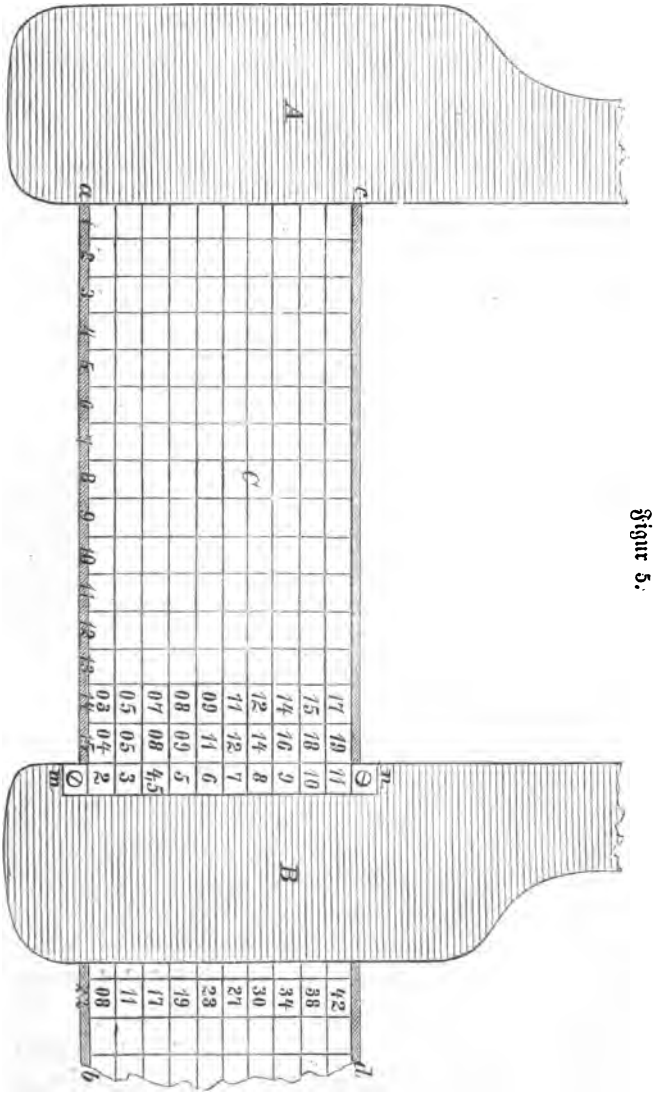


Fig. 5.

A stellt den festen Schenkel, C den Maßstab mit rechteckiger Querfläche vor, in welchem der bewegliche Schenkel B z. B. nach dem

Prinzip der Barth'schen Kluppe leicht auf- und abgeschoben werden kann. Zur Verminderung der Reibung werden die beiden schmalen Seiten a b und c d des Maßstabes mit einer Messingschiene umgeben, und die Seite a b noch überdieß von Centimeter zu Centimeter eingetheilt; die Zahlen sind in das Messing eingeschlagen, wie dieses aus der Zeichnung hervorgeht. An der innern Kante m n des beweglichen Schenkels B ist ein Messingstreifen angeschraubt, der die Stammlängen 2, 3, 4,5, 5 ... bis 11 Meter enthält. Nach diesen Durchmessern und Längen ist nun der ganze Maßstab mit einem Netz kleiner Rechtecke überlegt, in welche die dem Durchmesser und der Stammlänge entsprechenden Kubikinhalte eingeschrieben sind. Der Maßstab in Verbindung mit der Skala an dem beweglichen Schenkel stellt also eine Kubiktafel im kleinen vor. Auf der andern Seite des Maßstabes ist die Eintheilung ganz dieselbe, nur sind auf dem Messingstreifen m n des beweglichen Schenkels B andere Stammlängen, nämlich die Längen 12, 13, 14 ..... bis 24 Meter eingetragen. Es können daher mit dieser Kluppe die Kubikinhalte für alle Stämme direkt abgelesen werden, welche mittlere Durchmesser von 1—100 Centimeter besitzen und sich in den Längen 2, 3, 4,5, 5, 6 ..... bis 24 Meter bewegen.

Der Gebrauch des Instruments ist höchst einfach. Angenommen ein Stamm sei 9 Meter lang, so legt man die Kluppe in der Stammesmitte an, drückt die Schenkel fest an die Rinde des Stammes und liest die unmittelbar neben 9 der Skala m n stehende Zahl, in der Figur 16, d. h. 0,16 Festmeter ab. An der schmalen Seite a b des Maßstabes wird dann die Zahl 15 stehen, d. h. ein Stamm von 9 Meter Länge und 15 Centimeter Durchmesser, hat einen Inhalt von 0,16 Festmeter. Eine solche Kluppe bietet den Vortheil, daß die Kubikinhalte bei der Schlagaufnahme unmittelbar in die Aufnahmeregister (Nummerbücher) eingeschrieben werden können.

Zum Schluß sei noch die Bemerkung beigefügt, daß es sowohl für Bestandes- wie Schlagaufnahmen bequem und nützlich ist, sich immer in Besitz mehrerer Kluppen von verschiedener Größe zu setzen. Für die Aufnahme jüngerer, dicht stehender Stangenhölzer eignen sich kleine, für ältere Bestände dagegen größere Kluppen. Stets aber muß der Maßstab der Kluppe etwas länger als der größte zu messende Durchmesser, der Schenkel aber etwas länger als der Halbmesser des dicksten Stammes sein.

Sehr elegant, künstlich und leicht gebaute Kluppen, wie man sie hin und wieder findet und insbesondere solche, welche gleichzeitig als Gehstöcke dienen sollen, empfehlen sich wenigstens zur Anwendung im Großen selten, weil man dabei der Form, auf Kosten des soliden, dauerhaften Baues meist zu große Opfer bringen muß.

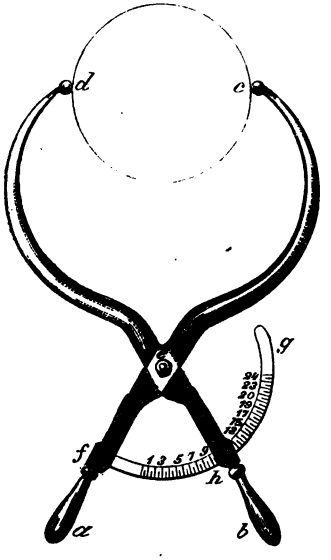
Da die Kluppen vielfach nur von dem niederen Forstpersonale oder von rohen Arbeitern und öfter auf einem unebenen Terrain voller Steine, Stöcke, Wurzeln u. s. w. gehandhabt werden, wobei nicht selten Mann und Kluppe zu Fall kommen, so empfiehlt sich schon aus diesem Grunde ein mehr kräftiger Bau derselben.

Der Vorschlag, auf der Kluppe, neben den Durchmessern auch noch die denselben zugehörigen Kreisflächen, ausgedrückt in Quadratmetern, einzuschreiben, hat höchstens für die Baumschätzung, nicht aber für die Bestandesaufnahme einigen praktischen Werth, hat auch unsers Wissens in der Praxis nur beschränkten Eingang gefunden.

2. Der Baumzirkel.

§. 4.

Fig. 6.



Der Baumzirkel (Fig. 6) ist ein zangenförmiges, eisernes Instrument, mit zwei hölzernen Handhaben a und b, welches ebenfalls zum Messen der Stammdurchmesser dient. Die beiden Arme ac und bd der Zange sind bei e durch einen Nagel verbunden, um welchen sie beliebig, wie eine Scheere, geöffnet und geschlossen werden können; von e nach c und d sind sie parabolisch gebogen und endigen mit den Knöpfchen c und d. An der Stelle f des einen Schenkels ist ein mit Messingblech beschlagener, nach dem Halbmesser ef gekrümmter Gradbogen angebracht, welcher den andern Schenkel bd bei h durchdringt und am Ende mit einem auf der Kehrseite befindlichen, hier unsichtbaren, Schräubchen g endigt, wodurch das Herausfahren des Schenkels bd verhindert

wird. Der Gradbogen fg kann auf der einen Seite in Centimeter der Art getheilt werden, daß, wenn man den Durchmesser eines Baumes genau zwischen die beiden Knöpfchen c und d faßt, man an ersterem den Betrag bequem ablesen kann. Ferner befindet sich auf der der Theilung entgegengesetzten Seite, an der Stelle h, noch ein Klemmschräubchen, um ein beliebig bestimmtes Maß längere Zeit unverrückt festhalten zu können.

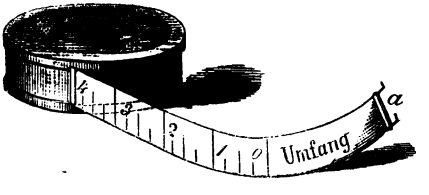
Der Baumzirkel, eine alte Erfindung, aber von Preßler in seinen holzwirthschaftlichen Tafeln besonders empfohlen, steht an Güte und Bequemlichkeit jedenfalls einer gut konstruirten Kluppe wesentlich nach. Man arbeitet mit demselben für die Dauer sicher nicht so schnell und die Durchmesserbestimmung dürfte bei stärkeren, mit einer dicken und aufgerissenen Borke versehenen Stämmen jedenfalls auch nicht so genau sein. Ueberdieß besitzt der Baumzirkel, weil er, ausschließlich der Handhaben, nur aus Metall besteht, ein mindestens doppelt so großes Gewicht, wie eine kräftige Kluppe, welches weniger, wie bei der Kluppe, sich in den Armen vertheilt, sondern vorzugsweise in den Handgelenken ruht, und darum den Arbeiter, welcher den ganzen Tag damit arbeiten soll, jedenfalls mehr ermüdet als die Kluppe. Endlich liefert der Baumzirkel nach den Untersuchungen von R. Micklitz (Allgem. Forst- und Jagdzeitung von 1860) auch etwas zu kleine Resultate (3,24 Procent).

3. Das Meßband oder Spannmaß.

§. 5.

Die Fläche eines Kreises läßt sich nicht nur aus dem Durchmesser, sondern auch aus dem Umfange ableiten. Das Meßband dient nun zum Messen der Baumumfänge und besteht in der Regel aus einem gefirnißten Pergamentstreifen oder einem festen

Fig. 7.



Leinwandbande von 1,5—2^{cm} Breite und 2—5^{m} Länge. An dem einen Ende a (Fig. 7) hat es zweckmäßig zwei Metallhäkchen, welche man bei sehr starken Bäumen in die Rinde eindrückt, um dann ungehindert das Band richtig um den ganzen Stamm schlingen zu können. Das andere Ende findet man, der größeren Bequemlichkeit wegen, häufig auf einer kleinen Walze in der Mitte c einer am Rande aufgeschnittenen dosenförmigen Kapsel befestigt, in welcher das Band aufbewahrt wird und woraus es in jeder beliebigen Länge gezogen und wieder aufgerollt werden kann. Die Kapsel ist von Holz, Leder oder Stahl. Seit Einführung des Metermaßes findet man vielfach sehr niedliche Meßbänder, bestehend aus einem höchstens 1^{cm} breiten dünnen Stahlstreifen und einer Stahlkapsel, in welche sich nach dem Gebrauch das Band durch eine Feder selbst zurückzieht.

Das Meßband selbst wird zum Zwecke der Umfassungsmessung, fortlaufend in Centimeter eingetheilt, auf der andern Seite befinden sich häufig die diesen Umfängen entsprechenden Durchmesser in Zahlen eingeschrieben, welche natürlich um $\pi = 3,14 \ldots$ mal kleiner sind*). Auf anderen Meßbändern finden sich noch die den gemessenen Umfängen entsprechenden Kreisflächen in Quadratmetern und Theilen derselben angegeben. Alle diese Vorrichtungen zeigen sich namentlich dann mehr oder weniger zweckmäßig, wenn dabei ein allzugroßes Ueberladen mit eng bei einander stehenden Zahlen vermieden wird.

Breite Meßbänder sind durchaus verwerflich, weil sie sich nicht enge genug um den Baum schlingen lassen und schon deßhalb etwas zu große Resultate liefern; abgesehen davon, daß die den Baumumfängen entsprechenden Flächen immer etwas größer gefunden werden, im Falle letztere keine Kreisflächen bilden. Ueberhaupt werden durch die Bänder allerlei Unebenheiten und Erhöhungen am äußeren Umfange des Baumes mitgemessen, was, wenn man noch überdies das Band nicht ganz senkrecht um die Schaftaxe schlingt, bald zu kleinen, bald zu größeren Fehlern Veranlassung gibt. Da die Umfangsmessung ohnehin zeitraubender als die Abnahme der Durchmesser ist, so empfehlen sich Meßbänder weniger zu Bestandsauszählungen im Großen, wohl aber in einzelnen Fällen zum Ge-

*) Ist der Umfang eines Kreises = u, der Durchmesser = d und die Ludolph'sche Zahl $\pi = 3,14159$, so ist bekanntlich: $u = d \times \pi$ oder $d = \frac{u}{\pi} = \frac{u}{3,14159}$.

brauch im Kleinen, wie z. B. bei der Auswahl von Musterstämmen u. s. w., auf deren Berechnung wir später zurückkommen.

Da die Meßbänder 2—5 Meter lang und in Centimeter eingetheilt sind, so können sie, in momentaner Ermangelung besserer Meßapparate, auch wohl einmal zu Längenmessungen verwendet werden.

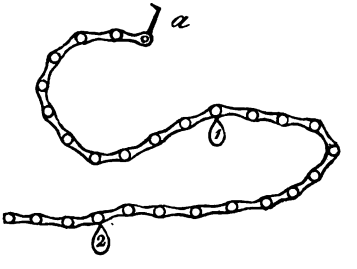
In Ermangelung eines der vorstehend beschriebenen Meßbänder kann man auch ein gewöhnliches, gut gezwirntes Stück Kordel verwenden, mit welchem man den Baum umspannt, um das Ergebniß dann auf ein gewöhnliches Längenmaß zu übertragen und von demselben abzulesen. Die mit dem Schwinden und Quellen des Meßbandes verbundene Längenveränderung, sowie andere an demselben vorkommende Ungenauigkeiten werden hierdurch umgangen. Natürlich darf man von der Kordel, in dem eben bezeichneten Sinne, nur bei Arbeiten geringerer Ausdehnung und da Gebrauch machen, wo es sich um sehr scharfe Bestimmung des Baumumfanges handelt.

4. Die Baum-Meßkette.

§. 6.

Die Baum-Meßkette (Fig. 8), welche man nicht mit der in der Geodäsie bräuchlichen und zur Bestimmung von Linien dienenden Meßkette verwechseln wolle, wurde zuweilen und namentlich in Preußen, wie das Meßband, zur Bestimmung der Baumumfänge verwendet. Sie ist aus Messing oder Stahl gefertigt, war seither meist einzöllig gegliedert, mit besonderen Zeichen für die Andeutung jedes Fußes und an einem Ende öfter mit einem längeren drahtförmigen Spieße, zum bequemeren Durchstechen unter die liegenden Bäume, am andern Ende mit einem Häkchen a zum Eindrücken in die Baumrinde versehen. Die Baum-Meßkette wurde vorzüglich zur Umfangsmessung liegender Bäume verwendet, hatte seither eine Länge von 8—10 Fuß, besitzt aber dem schmalen Meßbande gegenüber mancherlei Nachtheile, indem sie sich noch weniger enge wie dieses an die Baumumfänge anschmiegt und keine

Fig. 8.



Kreislinie, ſondern eine Linie in Form eines den Kreis umſchließenden regelmäßigen Polygons bildet. Die Reſultate der Meſſung müſſen unter allen Umſtänden noch etwas größer wie bei ſchmalen Meßbändern werden, und dieſes um ſo mehr bei der Umfangsmeſſung ſtehender Bäume, wobei ſich die Kette, in Folge ihrer Schwere, je nach der Stärke des Stammes mehr oder weniger ſenkt, und daher den Baum nicht auf dem kürzeſten Wege umſpannt. Weitere Ungenauigkeiten liegen bei der Kette in ihrer Ausdehnung während längeren Gebrauchs.

Einen Vorzug hat die Baum-Meßkette jedoch vor dem Meßbande in ſo ferne, als ſie namentlich im Winter bei gefrorenem Boden ſich leichter unter dem liegenden Baume durchziehen läßt und dabei weniger Beſchädigungen ausgeſetzt iſt. Doch dürfte ſich, wie bereits erwähnt, in der großen forſtlichen Praxis zur Kubirung liegender Stämme weit mehr die Durchmeſſer- als Umfangsmeſſung empfehlen und da man jetzt auch in Preußen die letztere verlaſſen hat, ſo ſind wir überzeugt, daß die Baummeßkette, wie ſie es auch verdient, bald ganz aus dem Gebrauch kommen wird.

B. Inſtrumente zum Meſſen der Längen.

1. Der Maßſtab oder die Latte.

§. 7.

Zur Meſſung der Baum-, Schaft- oder Scheitlängen dient der Maßſtab oder die Latte. Man wählt dazu gerade Holzſtäbe aus recht trockenem, hartem und reifem Holze (Birnbaum, Eichen u. ſ. w.), welche dem Werfen und Schwinden weniger unterworfen ſind, fügt ſie deßhalb unter Umſtänden ſelbſt aus mehreren Stücken zuſammen, läßt ſie im Querſchnitt rechteckig, etwas breiter als dick, ausarbeiten, an beiden Enden mit Eiſenblech beſchlagen, in Decimeter und zu genauen wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen die beiden Enddecimeter auch noch in Centimeter theilen.

Was die Länge dieſer Stäbe betrifft, ſo iſt dieſe zwar im Allgemeinen weniger weſentlich, doch bringt man ſie zweckmäßig mit der ortsüblichen Länge der Holzſcheite in Uebereinſtimmung.

Da ſeit Einführung des Metermaßes im deutſchen Reich die Scheiterlänge 1 Meter beträgt und das Brennholz oft 2 Meter hoch und auch 2 Meter weit geſetzt wird, ſo dürften ſich für Brenn-

holz wohl 2 Meter (auch 1 Meter) lange Latten am meisten empfehlen. Für das Ausmessen langer Stämme können dieselben noch länger gemacht werden. Beim Messen der Längen legt man, ohne einen für Praxis und Wissenschaft nennenswerthen Fehler zu begehen, die Latte am besten auf den Stamm selbst auf und verwendet gleichzeitig am besten zwei derselben.

2. Meßbänder und Meßketten.

§. 8.

Neben den bereits §. 5 beschriebenen Meßbändern, welche im Nothfalle auch zu Längenmessungen verwendet werden können, gibt es noch eine andere Art von Meßbändern, welche von den gewöhnlichen nur darin abweichen, daß sie 10—20 Meter lang und auch nur in Decimeter (statt Centimeter) getheilt sind. Die ganzen Meter sind von den Decimetern durch besondere Zeichen leicht zu unterscheiden. Obgleich solche Meßbänder beim Transport bequemer sind, so haften an ihnen doch auch Unbequemlichkeiten, welche namentlich bei starkem Schnee und schmutzigem Wetter bemerklich werden, abgesehen davon, daß sie auch (wenn das Material nicht gerade aus Stahl besteht) weniger genau sind.

Aehnliches gilt von den gegliederten Meßketten von Messing- oder Eisendraht.

Es dürfte deßhalb die Meßlatte das einfachste und genaueste Instrument zum Messen der Baum-, Schaft- und Scheitlängen sein und bleiben.

C. Instrumente für die physikalische Kubirung.

1. Die Wage.

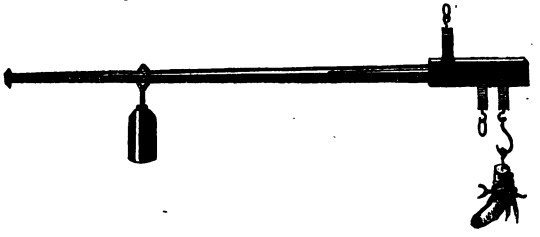
§. 9.

Mit den in §. 3—8 beschriebenen Werkzeugen können alle Dimensionen, welche zur Berechnung regelmäßiger Holzstücke dienen, gemessen werden. Wird jedoch eine genaue Aufnahme der nicht mehr unter eine stereometrische Form zu bringenden unregelmäßigen Ast-, Zweig-, Stock- und Wurzeltheile des Baumes verlangt, so muß an die Stelle der stereometrischen die physikalische Kubirung mittelst Wage und Xylometer (§. 10) treten. Selbstver-

ständlich können auch regelmäßige Holzstücke nach dieser Methode kubirt werden.

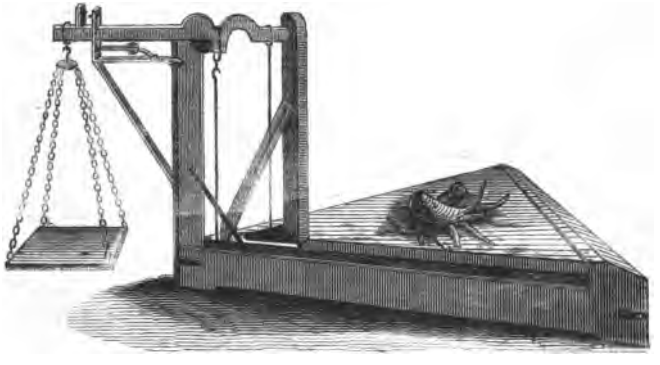
Als Wage dient entweder die römische Schnellwage (Fig. 9),

Fig. 9.



auf der man bequem 100 bis 150 Kilogramm wiegen kann, oder eine Brücken- oder Decimalwage (Fig. 10).

Fig. 10.



Eine nähere Beschreibung dieser beiden Wagen halten wir für überflüssig, da der Leser die Einrichtung derselben genügend kennen dürfte. Für die Schnellwage spricht, daß sie sehr leicht zu transportiren und in sehr vielen bürgerlichen Haushaltungen vorräthig zu finden ist; zu Gunsten der Decimalwage läßt sich anführen, daß viel größere Holzlasten mit Leichtigkeit auf das dicht über der Erde sich befindende Wagebret gebracht und sehr rasch und sicher gewogen werden können.

Wir verwenden für gewöhnliche wirthschaftliche Zwecke eine Brückenwage von 300—400 Kilogramm Tragkraft, welche eine Gewichtsbestimmung bis auf 0,1 Kilogramm gestattet. Eine solche Wage kann auf einem Schiebkarren bequem in den Wald gefahren werden.

Für genauere Untersuchungen (Gewichtsbestimmungen, Wägung einzelner Wellen 2c.) bedienen wir uns einer Brückenwage von 30 Kilogramm Tragkraft. Diese kann unter dem Arm in den Wald getragen werden und gestattet eine Gewichtsbestimmung bis auf 1 Gramm.

Die Federwage, welche hie und da im Gebrauch ist, empfiehlt sich für größere Wägungen weniger, weil sie bald an Genauigkeit verliert. Die Anwendbarkeit der Wage zu Kubirungen gründet sich auf den Satz: daß für einen und denselben Körper sich die Volumina v und v', wie die zugehörigen Gewichte q und q' verhalten, d. h. es besteht die Proportion: $v : v' = q : q'$. Sind nun q und q' gewogen und das q entsprechende Volum auf irgend eine Weise bestimmt, dann ist $v' = \frac{q'}{q} \times v$. Auf das bei solchen Kubirungen einzuhaltende Verfahren kommen wir später zurück.

2. Der Xylometer (Aichgefäß).

§. 10.

Zur Kubirung unregelmäßiger Holzstücke verwendet man neben der Wage ganz besonders auch wasserhaltende Gefäße (Xylometer), in welche man den zu untersuchenden Körper eintaucht; aber auch Hölzer von regelmäßigen stereometrischen Formen müssen, wenn man eine schärfere Methode, als für gewöhnliche wirthschaftliche Zwecke erforderlich, anzuwenden gezwungen ist, mittelst des Xylometers behandelt werden. Letzterer kommt in sehr verschiedenen Gestalten, bald einfach, bald komplicirt, bald würfel- bald cylinderförmig vor. Folgender Apparat, Fig. 11, welchen wir durch Mechanikus Seeger (jetzt Gebrüder Zimmer) in Stuttgart anfertigen ließen, dürfte den verschiedenartigsten Anforderungen in möglichst einfacher Weise entsprechen.

Fig. 11.

Ein cylinderförmiges Gefäß vom stärksten Zinkblech a b c d ruht der besseren Erhaltung des Bodens wegen auf einem soliden Holzansatz a b und ist, damit es keine Ein- oder Aus-

biegungen erhält, noch überdieß mit drei starken Eisenreifen c d, e v und r o umgeben. Der innere Durchmesser c d beträgt 0,46^{m}, die Höhe c r aber 1,5^{m}, so daß der Cylinder 250 Liter oder Kubikdecimeter = 0,25 Kubikmeter faßt. Etwa 1^{cm} vor dem Cylinder ist eine durch zwei Bänder f und o mit ersterem bei o kommunicirende Glasröhre b d von etwa 0,007^{m} innerem Durchmesser angebracht; zwischen Glasröhre und Cylinder auf letzterem eine weiß angelaufene Messingskala aufgeschraubt und endlich befindet sich bei h noch ein Hahn zum beliebigen Ablassen des in den Cylinder geschütteten Wassers. Die Glasröhre wird beim Transport abgeschraubt.

Die Eintheilung der Skala (Aichung) wurde mit den ganz genau abgeglichenen Normalmaßen der K. Centralstelle für Handel und Gewerbe in Stuttgart in folgender Weise vorgenommen. Da nach dem Gesetz der kommunicirenden Röhre in den Cylinder a b c d eingegossenes Wasser sich in der Glasröhre b d gerade so hoch stellen muß, so wurden nach und nach immer je 5 Liter Wasser (5 Kubikdecimeter) in das Gefäß gegossen und jedesmal der Wasserstand an der Röhre ganz genau abgemessen und an der Skala m n eingravirt, bis die ganze Skala eingetheilt war. Mittelst eines Zirkels wurden die Theilstriche zwischen je 5 Kubikdecimeter (Liter) wiederum in 10 gleiche Theile getheilt, so daß die Theilung an der Skala bis auf 0,5 Liter durchgeführt ist. Theilt man sich den Raum zwischen zwei Theilstrichelchen nochmals nach dem Augenmaß in 5 gleiche Theile, so kann man an dem Apparat bis auf 0,1 Liter oder Kubikdecimeter ablesen, was für die gewöhnlichen wirthschaftlichen und auch wissenschaftlichen Fragen vollständig genügt.

Zum recht genauen Ablesen der Höhe des Wasserspiegels dient eine mit einer Spitze bis an die Skala reichende Metallhülse g, welche an der Röhre beliebig auf- und abgeschoben und scharf eingestellt werden kann.

Der Gebrauch des Apparates ist nun sehr einfach. Da jeder Körper in Wasser getaucht so viel von demselben verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt, so füllt man den Apparat der Größe des einzutauchenden Körpers entsprechend mit Wasser, etwa bis zu einer Höhe, wo die Skala z. B. 120 Liter zeigt. Hierauf bringt man den Körper in den Cylinder, drückt ihn vorsichtig und ganz unter Wasser und liest den um das Volumen des Körpers vermehrten Wasserstand wieder ab. Zeigt die Skala jetzt 185,4 Liter, so ist

der Kubikinhalt = 185,4 — 120,0 = 65,4 Liter = 0,0654 Kubikmeter.

Zu genauen wissenschaftlichen Untersuchungen und insbesondere auch zur Bestimmung des specifischen Gewichts des Holzes haben wir noch einen kleineren Xylometer gleicher Konstruktion, in drei verschiedenen Gestalten anfertigen lassen. Das Gefäß, aus einem Messing- oder Glascylinder bestehend, hat dann nur einen Durchmesser von 0,1m, und eine Höhe von 0,4m, wodurch es möglich wurde, an der Skala bis auf 5 Kubikcentimeter (5 Gramm Wasser) abzulesen; es ruht auf einem Holzansatz, in welchem sich 3 Schrauben zum genauen Horizontalstellen des Apparats mittelst einer kleinen Dosenlibelle befinden, die aufgestellt wird. Einen dritten Xylometer ganz gleicher Konstruktion ließen wir aus 4 starken Spiegelgläsern und parallel-trapezförmigem Querschnitte anfertigen. Mit diesem Apparate ist man im Stande, keilförmige Holzstücke, welche vom Herz aus in der Richtung der Markstrahlen ausgespalten sind, und darum von allen Holzschichten proportionale Antheile enthalten, rasch zu untersuchen.

Wer die Anschaffungskosten für den vorstehend beschriebenen größeren Xylometer scheut, der kann sich auch eines cylindrischen Hohlgefäßes A, Fig. 12, bedienen, welches, von leichtem Holze gefertigt, mit eisernen Reifen umgeben ist, eine Höhe von 1,25—1,50m besitzt und etwa 0,20m unter der obern Oeffnung eine so große Seitenöffnung a besitzt, daß das aus der etwas geneigten Blechröhre a ausfließende Wasser möglichst ungehemmt und rasch abfließen kann. Dieser Behälter muß natürlich wasserdicht sein, und wird zweckmäßig einige Stunden vor dem Gebrauche mit Wasser gefüllt, damit sich dessen Dauben genugsam sättigen und sich während der Untersuchung nicht mehr verändern. Im Nothfalle kann man selbst ein hinreichend großes Faß zweckentsprechend herrichten. Taucht man nun in den bis zur Ausflußröhre mit Wasser gefüllten Behälter den zu untersuchenden Körper, so wird bei a gerade so viel Wasser ausfließen, als das Volumen des Körpers beträgt.

Fig. 12.

Zum Auffangen des aus der Ausflußröhre a (Fig. 12) strömenden Wassers gehört noch ein anderer Behälter, wozu man jeden hinlänglich großen Kübel (Fig. 13) oder Eimer (Fig. 14) verwenden

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

kann, der aber ebenfalls vorher mit Wasser gesättigt werden muß.

Um endlich noch das aus dem Gefäß A (Fig. 12) in die Behälter Fig. 13 oder 14 fließende Wasser bequem und genau messen zu können, bedient man sich noch verschiedener kleinerer Gefäße (Fig. 15) von bekanntem Kubikinhalt, z. B. eines 10, 5, 3, 2, 1 und 0,1 Liter (Kubikdecimeter) haltenden Maßes von starkem Weißblech. Würde nun das ausgeströmte Wasser das Gefäß von 10 Liter zweimal, das von 5 Liter einmal, das von 3 Liter einmal und das von 0,1 Liter dreimal anfüllen, so wäre der Inhalt des eingetauchten Körpers $= 2 \times 10 + 5 + 3 + 3 \times 0{,}1 = 28{,}3$ Kubikdecimeter.

Der zuerst beschriebene Xylometer führt natürlich rascher zum Ziele.

Einen weiteren Xylometer siehe Th. Hartig „Vergleichende Versuche über den Ertrag der Rothbuche", Seite 10.

D. Die Kubik- oder Kreisflächen-Tabellen.

§. 11.

Mit der Kubirung des Holzes nach dem stereometrischen Verfahren sind Berechnungen von Kreisflächen und Multiplikationen dieser mit den Längen der Schäfte verbunden. Zur Erleichterung oder gänzlichen Ersparung dieser langwierigen, auch geisttödtenden Rechnungen und zur Erzielung richtigerer Resultate dienen die Kubik- und Kreisflächentabellen. Die Kubiktabellen geben, aus vorher zu ermittelnden Faktoren, etwa dem Durchmesser oder Umfang und der Länge, den Kubikinhalt der Schäfte und Schaftstücke direkt und ohne Zwischenrechnungen an. Die Kreisflächentabellen dagegen enthalten die den gemessenen Durchmessern oder Umfängen der Bäume entsprechenden Flächeninhalte in Quadratmetern u. s. w. Andere, die sogenannten Stammklassen-Kreisflächentabellen, enthalten wieder für jede beliebige Anzahl gleich starker Bäume deren Kreisflächensumme.

Kubiktafeln sind seit Einführung des Metermaßes zu Dutzenden erschienen, die alle mehr oder weniger ihrem Zwecke entsprechen*).

Obgleich die genannten Kubiktafeln meist auch Kreisflächentafeln enthalten, so sind doch auch für wissenschaftliche Zwecke von M. Kunze**), und für mehr wirthschaftliche Zwecke von Dr. A. v. Seckendorf***) besondere sehr ausführliche Kreisflächentafeln im Buchhandel erschienen.

Alle in §. 3—9 erwähnten Instrumente und Hülfsmittel kommen vorzugsweise bei der Holzmassenermittelung einzelner liegender Bäume in Anwendung, werden aber auch theilweise zur Schätzung stehender Bäume, so wie zur Aufnahme ganzer Bestände gebraucht. Auf die in letzterer Hinsicht noch weiter nöthigen Instrumente und Hülfsmittel werden wir in den Paragraphen 24 und 25 zurückkommen.

II. Von der Berechnung der Querflächen liegender Bäume.

§. 12.

Der Kubirung liegender Bäume geht immer die Ermittelung einer oder mehrerer Stammquerflächen voraus. Der Inhalt einer

*) E. Braun, Gr. Hess. Oberforstrath, Hülfstafeln zur Bestimmung des Kubikinhaltes des Bau- und Werkholzes. Darmstadt 1870. (Sehr empfehlenswerth.)

Wilhelm Thiele, Tafeln zur Inhaltsbestimmung der Rundhölzer nach Kubikmetern. Dessau und Ballenstedt 1871.

A. Pleibel, Tabellen zur Bestimmung des kubischen Inhaltes runder und vierkantiger Stämme nach dem metrischen System (kleinere und größere Ausgabe). Stuttgart 1871.

J. Hildebrand, Kubiktafeln für Metermaß, insbesondere für vierkantige und runde Hölzer, nebst Kreisumfangs-, Kreisflächen-, Holzgewichts- und Reduktions-Tabellen u. s. w. Danzig 1871.

Heinrich von Gerstenberg, der allzeit fertige Holzberechner nach metr. Maßsystem ꝛc. Weimar 1871.

G. Pabst, Tafeln zur Inhaltsbestimmung runder Hölzer nach dem mittleren Durchmesser, nebst Tafeln zur kubischen Bestimmung behauener und geschnittener Hölzer nach dem metrischen Maßsystem. Gera 1870.

M. R. Preßler, Forstliche Kubirungstafeln nach metrischem System zum Dienstgebrauch der K. Sächsischen Staatsforstverwaltung. Leipzig 1871.

**) M. Kunze, siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0,01 bis 99,99. Dresden 1868.

***) Dr. Arthur von Seckendorf, Kreisflächentafeln für Metermaß, zum Gebrauch bei Holzmasse-Ermittlungen. Leipzig 1870.

Kreisfläche wird bekanntlich aus dem gegebenen Umfang oder Durchmesser derselben berechnet. Bildeten nun die Querflächen der Bäume immer vollständige Kreisflächen, so würden, theoretisch betrachtet und einen gleich großen Grad der Genauigkeit der Messung vorausgesetzt, Durchmesser- wie Umfangsmessung genau ein und dasselbe Resultat liefern.

In der Praxis gestaltet sich die Sache nun allerdings oft anders. Da nämlich nur wenige Baumstämme vollkommen kreisrund sind, so müssen die Durchmesser oder Umfänge so bestimmt werden, daß die aus ihnen ermittelte Kreisfläche wo möglich auch der Querfläche des Baumes an der betreffenden Stelle gleich kommt. Der Kreis schließt bekanntlich, einen gleichen Umfang vorausgesetzt, von allen Rundflächen den größten Flächeninhalt ein. Die Rundflächen der Bäume weichen aber bald mehr, bald weniger von der Kreislinie ab; es ist daher einleuchtend, daß, wenn man sie dennoch als Kreise aus ihrem Umfange berechnet, man in allen diesen Fällen ein zu großes Resultat finden muß. Berechnet man umgekehrt die Querfläche des Baumes aus dem kleinsten Durchmesser, so erhält man ein zu kleines, aus dem größten Durchmesser aber ein zu großes Resultat.

Auf diese Wahrnehmungen gestützt, hat König zur Umgehung dieses Mißstandes den Satz aufgestellt: eine jede Querfläche des Baumes sei gleich einer Kreisfläche, deren Umfang so groß sei, als der Umfang der Querfläche weniger $^1/_5$ des Unterschiedes seines größten und kleinsten Durchmessers. Abgesehen davon, daß es schwer sein dürfte, die Richtigkeit dieses Satzes im einzelnen Falle zu beweisen, so würde auch eine Berechnung der Querfläche nach dieser Regel in den meisten Fällen forstlicher Praxis viel zu umständlich sein. Man legt daher die mit Sorgfalt gemessenen Umfänge, wenigstens in den meisten Fällen des praktischen Lebens, ohne alle Berichtigung der Querflächenberechnung zu Grunde. Es ist dabei aber nicht zu übersehen, daß bei der Umfangsmessung häufig auch kleine Rindenstücke, Moos u. s. w. mitgemessen werden, und daß man schon aus diesem Grunde stets etwas größere Resultate als bei der Durchmesser-Messung erhalten wird.

Wählt man statt der Umfänge die Durchmesser, was jetzt bei der Kubirung liegenden Holzes, sowie bei Bestandesaufnahmen in

der Regel vorgezogen wird, und man wünscht besonders genaue Resultate, so mißt man besser an ein und derselben Stelle des Baumes zwei auf einander senkrecht stehende Durchmesser und nimmt aus der Summe derselben das arithmetische Mittel. Bei sehr unregelmäßigen Stammquerschnitten wird sogar das Messen von 3—6 Durchmessern und die Berechnung des arithmetischen Mittels aus denselben nothwendig.

Der positive Fehler, welcher sich bei der Umfangsmessung unter allen Umständen, bei dem Gebrauche der Durchmesser aber bald in positiver oder negativer Richtung ergibt, bleibt sich natürlich nicht unter allen Verhältnissen gleich. Oft ist er verschwindend klein, manchmal von größerer Bedeutung. Die Form der Baumschäfte ändert sich nach Holzart, Alter, Stand, Baumtheilen u. s. w. Der unterste Theil des Schaftes ist wegen der Wurzelanläufe, der obere wegen der Astansätze am unregelmäßigsten.

Vergleichende Versuche über die Stammkreisflächen bei Messungen mit dem Meßbande und dem Gabelmaß (Kluppe) hat die Großherzogl. badische Forstdirektion im Jahre 1860 in größerem Umfang anstellen lassen*). Wir theilen dieselben, als Beitrag zur vorstehenden Frage, im Auszug nachfolgend mit:

Zahl der gemessenen Stämme	Kreisflächenmessung mit dem Band	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß 1. Messung	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß 2. Messung	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß Mittel	Verhältniß der Meßband- zur Gabelmaßmessung wie 100 zu	Bemerkungen.
		Quadratfuß				
	Buchen.					
	Von 0,20 bis mit 0,45 □′ Kreisfläche.					Forstamt Wiesenbach, Domainenwald, Distrikt I. Judenwald. Lage. 200—240 m über dem Meer, theils eben, theils nordöstlich, schwach und mittelmäßig, stark abhängend, geschützt. Boden. Muschelkalk, tiefgründig, frisch und humos; gut bis sehr gut.
500	169,23	155,53	152,34	153,93	90,92	
	Von 0,50 bis mit 0,95 □′ Kreisfläche.					
500	372,33	344,05	342,42	343,23	92,09	
	Von 1,00 und mehr □′ Kreisfläche.					
500	854,60	811,32	796,11	803,71	94,03	
	Eichen.					
	Von 0,20 bis mit 0,45 □′ Kreisfläche.					Gemeindewald Müllheim. Boden. Jurakalk, ziemlich tiefgründig, frisch, humos und gut. Lage. 270 m über dem Meer, eben, gegen Westen schwach geneigt.
500	167,07	159,42	145,07	152,24	91,12	
	Von 0,50 bis 0,95 □′ Kreisfläche.					
500	374,85	357,20	335,55	346,37	92,80	
	Von 1,00 und mehr □′ Kreisfläche.					
500	1167,20	1158,65	1040,95	1099,80	94,14	

*) Erfahrungen über den Massenvorrath und Zuwachs geschlossener Hochwaldbestände u. s. w. Drittes Heft. Karlsruhe, Druck und Verlag von Friedrich Gutsch. 1862.

Zahl der gemessenen Stämme	Kreisflächenmessung mit dem Band	Gabelmaß 1. Messung	Gabelmaß 2. Messung	Gabelmaß Mittel	Quadratfuß	Verhältniß der Meßband- zur Gabelmaßmessung wie 100 zu	Bemerkungen.
	Fichten.						
	Von 0,20 bis mit 0,45 □' Kreisfläche.						
500	154,78	133,10	129,98	131,54		85,07	Forstamt Horrenwies. Boden. Bunter Sand, tiefgründig, frisch u. kräftig.
	Von 0,50 bis mit 0,95 □' Kreisfläche.						
500	377,06	328,64	322,22	325,43		86,34	Lage. 840—870 m. Erste Reihe nördlich schwach geneigt, zweite Reihe westlich stark abfallend, dritte Reihe nördlich stark abfallend.
	Von 0,95 und mehr □' Kreisfläche.						
500	872,50	798,00	768,90	783,45		89,72	
	Kiefern.						
	Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.						
500	163,74	159,14	159,90	159,52		96,86	Domainenwaldungen des Forstamts Schwetzingen.
	Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.						Lage. 105 m über dem Meer, eben, geschützt.
500	357,15	342,15	341,60	341,87		97,35	Boden. Diluvialsand mit etwas Lehm, tiefgründig,
	Von 1,00 und mehr □' Kreisfläche.						trocken, durch Streurechen
500	748,05	741,50	716,90	729,20		97,48	entkräftet.
	Kiefern.						
	Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.						
500	184,49	175,93	159,78	167,85		90,97	Gr. Hardtwald, Forstbezirk Eggenstein.
	Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.						Lage. 114 m über dem Meer, eben und geschützt.
500	401,30	388,30	351,70	370,00		92,20	Boden. Diluvialsand mit
	Von 1,00 und mehr □' Kreisfläche.						ziemlich Lehmbeimischung,
500	1048,05	1046,30	915,10	980,70		93,58	tiefgründig, mehr frisch als trocken, humos.

Die Berechnung der Kreisflächen geschieht nach folgenden Methoden: Ist der Durchmesser eines Kreises (Stammes) = d, der Umfang = u, der hierzu gehörige Flächeninhalt = g und das Verhältniß des Durchmessers zum Umfang = 1 : 3,14159 .. = 1 : π, so lehrt die Geometrie, daß die Kreisfläche, aus dem Durchmesser berechnet, nach der Formel:

$$g = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{3{,}14159}{4} \times d^2 = 0{,}785 \cdot d^2$$

gefunden wird.

Nun ist aber auch der Umfang $u = d \cdot \pi$, oder $d = \frac{u}{\pi}$; setzt man diesen Werth in obige Formel ein, so ergibt sich die Formel für die Berechnung der Kreisfläche aus dem Umfang:

$$g = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{u}{\pi}\right)^2 = \frac{\pi \cdot u^2}{4 \cdot \pi^2} = \frac{u^2}{4 \cdot \pi} = \frac{u^2}{4 \cdot 3{,}14159} = 0{,}0796 \cdot u^2.$$

Die Kreisflächen erhält man natürlich in demselben Maße, in welchem die Durchmesser oder Umfänge gemessen wurden.

Da die Durchmesser und Umfänge der Bäume jetzt gewöhnlich in Centimetern gemessen werden, so ergeben die Formeln die Querflächen in Quadratcentimetern. Für die Kubirung der Hölzer aber, welche meist nach Kubikmetern geschieht, ist die Angabe der Querflächen direkt in Quadratmetern bequemer,, zu welchem Behufe man nur nöthig hat, die in Centimetern gemessenen Durchmesser oder Umfänge in Decimaltheilen des Meters auszudrücken.

Beispiel: Der Durchmesser eines Baumes sei 50 Centimeter, so ist dessen Kreisfläche in Quadratmetern: Nach dem Durchmesser $= 0{,}785 . d^2 = 0{,}785 . 0{,}5^2 = 0{,}196 \square^m$ und da der Umfang $50 . 3{,}1415 = 1{,}57^m$ ist, die Kreisfläche nach dem Umfang $= 0{,}0796 . u^2 = 0{,}0796 . 1{,}57^2 = 0{,}196 \square^m$.

Werden bei dem Messen der Durchmesser oder Umfänge der Bäume Fehler begangen, so fallen damit auch die Berechnungen der Kreisflächen fehlerhaft aus. Es läßt sich leicht mathematisch nachweisen, daß, wenn man annimmt, es werde bei der Durchmesserbestimmung ein konstanter Fehler begangen, die Fehler der Kreisflächen proportional dem Durchmesser wachsen, während diese Fehler bei gleichbleibendem Durchmesser und wechselnden Fehlern bei der Messung, den letzteren proportional zunehmen. Ganz dasselbe gilt auch bei der Umfangsmessung*).

Schließlich sei hier noch die Bemerkung beigefügt, daß Fehler in der Durchmesserbestimmung auf den Kubikinhalt einen weit größeren Einfluß üben, als Fehler bei der Längenmessung. So kann z. B. eine fehlerhafte Messung des Durchmessers um nur $0{,}01^m$ einen größeren Fehler am Inhalte erzeugen, als eine falsche Messung von einem ganzen Meter in der Länge, Grund genug, um bei der Messung der Durchmesser und Umfänge alle mögliche Sorgfalt zu verwenden.

*) Vergleiche M. Kunze „Lehrbuch der Holzmeßkunst." S. 15—16.

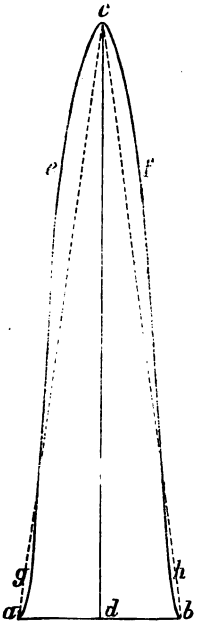
III. Von der Berechnung des Inhaltes liegender Bäume.

1. Allgemeine Bemerkungen über Baumformen.

§. 13.

Der Baum mit seinem Schaft, seinen Aesten, Zweigen und Wurzeln als Ganzes betrachtet, besitzt streng genommen keine stereometrische Form, wenigstens wollte es bis jetzt nicht gelingen, eine Formel aufzufinden, mittelst welcher man mit gleicher Genauigkeit den Inhalt eines jeden beliebigen Baumes zu ermitteln im Stande wäre. Dagegen tritt eine gewisse stereometrische Form unverkennbar hervor, wenn man den Baum in seine regelmäßig und unregelmäßig geformten Theile zerlegt, und die regelmäßig gewachsenen Baumtheile, namentlich den Schaft, für sich betrachtet.

Fig. 16.



Denkt man sich nämlich einen Baumschaft der Länge nach so durchschnitten, daß der Schnitt im Allgemeinen durch das Mark des Schaftes geht, so bildet die so entstehende Durchschnittsebene keineswegs etwa ein gleichschenkliges ebenes Dreieck a b c, Fig. 16, wie bei dem gemeinen Kegel, sondern eine verschieden gekrümmte Kurve a g e c f h b. Im Allgemeinen sind die rechts und links der Axe c d liegenden Theile der Durchschnittsebene, nämlich a g e c d und b h f c d, einander gleich. Nahe über der Abhiebsfläche, nämlich bei g h, zeigt der Durchschnitt in Folge des Wurzelanlaufes meist eine kleine Einbiegung, von da bis an die Aeste e f ist die Kurve am regelmäßigsten und meist schwach nach außen gebogen, in den Astpartieen, zwischen e und c, aber am unregelmäßigsten und stärksten gekrümmt.

Wie nun der gemeine Kegel entsteht, wenn man ein rechtwinkeliges Dreieck a c d um eine seiner Katheten c d (als Axe) dreht, so wird auch der Baumstamm durch die Umdrehung seiner halben Durchschnittsebene a g e c d um seine Axe c d entstehen. Allerdings sind die Stammkurven a g e c f h b und darum auch die Stammformen sehr verschieden. Je nach Holzart, und bei gleicher Holzart,

je nach dem Alter, dem Kronenansatz und den Bestandesschlußverhältnissen, in welchen der Baum erwachsen, ist die Schaftform eine andere. Darum wollte es, trotz massenhaften Messungen an Baumschäften, bis jetzt auch noch nicht gelingen, das Krümmungsgesetz der Bäume, d. h. die Gleichung der Krümmungskurve selbst mit genügender Schärfe festzustellen, nur so viel weiß man, daß die Baumschäfte (wenn auch selten) bald mehr dem eingebauchten, bald dem geradseitigen (gemeinen), bald mehr dem paraboliſch ausgebauchten Kegel gleichen und daß man ihre Inhalte auch nach den Formeln dieser Körper mehr oder weniger genau bestimmen kann.

Je nach dem erwünschten Grade der Genauigkeit berechnet man die Schaftinhalte entweder in einem Stück, indem man sie hinsichtlich ihrer Form den Gesetzen eines der genannten regelmäßigen Körper unterliegend betrachtet, oder man denkt sich mehr für wissenschaftliche Zwecke die Schäfte in regelmäßigere, kürzere Abschnitte (Stutzkegel) zerlegt und erreicht auf diese Art durch Kubirung und Summirung dieser einzelnen Abschnitte noch genauere Resultate.

Da es sich nach dem Vorstehenden namentlich um die Kubirungsregeln für den eingebauchten Kegel (Neiloid), den gemeinen und ausgebauchten Kegel (Paraboloid) und bei ganz kurzen Schaftstücken und für andere Zwecke der Baumschätzung auch um den Cylinder oder die Walze handelt, so wollen wir uns zunächst mit der Kubirung dieser Körper beschäftigen und dann erst zur Kubirung liegender Bäume selbst übergehen. Selbstverständlich kann eine vollständige Beweisführung der nachfolgenden stereometrischen Formeln, als in das Gebiet der reinen Mathematik gehörig, nicht verlangt, sondern muß als bekannt vorausgesetzt werden. Nur bei einigen Formeln, welche im gewöhnlichen stereometrischen Unterricht nicht immer abgehandelt werden, wollen wir in kleinerem Druck die einfachsten Beweise beifügen.

2. Formeln für die stereometrische Kubirung.

§. 14.

A. Die Walze oder der Cylinder.

Errichtet man in dem Mittelpunkte einer Kreisfläche eine Senkrechte und bewegt alsdann die Kreisfläche parallel und der Art fort, daß der Mittelpunkt derselben stets an der Linie hingleitet, so

entsteht hierdurch ein Körper von zwei gleichen und parallelen kreisförmigen Grundflächen, welchen man Walze oder Cylinder nennt. Der Inhalt k eines solchen Cylinders ergibt sich bekanntlich, wenn man dessen eine Grundfläche G mit der Höhe H oder dem Abstande zwischen beiden Kreisflächen multiplicirt, d. h. es ist

$$k = G \,.\, H.$$

Ist der Durchmesser der Walze = D, so ist dessen Grundfläche $G = \frac{\pi \,.\, D^2}{4}$, somit der Kubikinhalt $k = \frac{\pi \,.\, D^2}{4} \,.\, H = 0{,}785 \,.\, D^2 \,.\, H.$

Da der Cylinder überall denselben Durchmesser und Umfang hat, so ist es einerlei, an welcher Stelle desselben man dessen Kreisfläche berechnet.

B. Die wichtigsten Kegelformen.

Kegelförmige Körper besitzen nur eine kreisförmige Grundfläche und laufen in eine Spitze aus. Sie entstehen, indem diese Kreisfläche sich an der senkrecht in ihrem Mittelpunkt errichteten Linie (Axe) in der Art parallel fortbewegt, daß sie während ihres Fortschreitens stetig nach einem gewissen Gesetze abnimmt und endlich, in eine Spitze übergehend, gleich Null wird. Dieses Gesetz der Abnahme der Kreisfläche und somit auch der Durchmesser ist bei den einzelnen Kegelformen sehr verschieden. Wir wollen sie daher nach einander kurz betrachten.

a) Der gemeine oder geradseitige Kegel hat seinen Namen von seinen geraden Seiten und es verhalten sich bei ihm bekanntlich die Durchmesser wie die Höhen und die den Durchmessern entsprechenden Kreisflächen wie die Quadrate der Durchmesser und daher auch wie die Quadrate der Höhen.

Ist daher die Grundstärke des Kegels = 1, so ist der Durchmesser bei $\frac{1}{4}$ der Höhe nur noch $\frac{3}{4}$, in der Mitte des Kegels $= \frac{1}{2}$ und in $\frac{3}{4}$ der Höhe $= \frac{1}{4}$. Ebenso ist die Kreisfläche in $\frac{1}{4}$ der Höhe $= \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$ von der unteren, in der Mitte $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} =$ $= \frac{4}{16}$ und in $\frac{3}{4}$ der Höhe $= \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$ der unteren Kreisfläche.

Ist der Durchmesser eines Kegels D, die zugehörige Kreisfläche G und die Höhe H, so ist dessen Kubikinhalt k bekanntlich:

$$k = G \cdot \frac{H}{3} = \frac{\pi . D^2}{4} \cdot \frac{H}{3} = \frac{\pi . D^2 . H}{12}.$$

Setzt man den in der Mitte des Kegels gemessenen Durchmesser δ und die zugehörige Kreisfläche γ, so muß, da in der Mitte des Kegels auch der Durchmesser δ nur noch halb so groß wie an der Grundfläche ist, $D = 2\,\delta$ und $D^2 = 4\,\delta^2$ sein.

Wird dieser Ausdruck in Formel $k = \frac{\pi}{12} . D^2 . H$ gesetzt, so ist auch der Kubikinhalt eines Kegels:

$$k = \frac{\pi}{12} . 4\,\delta^2 . H = \frac{\pi}{3} . \delta^2 . H.$$

Aus $D^2 = 4\,\delta^2$ folgt $\delta^2 = \frac{D^2}{4}$ und $\gamma = \frac{\pi\,\delta^2}{4} = \frac{\pi . D^2}{4 . 4} =$

$$= \frac{\pi . D^2}{16} \text{ oder } D^2 = \frac{16\,\gamma}{\pi}.$$

Wird dieser Werth ebenfalls in $k = \frac{\pi}{12} . D^2 . H$ gesetzt, so ist endlich der Inhalt eines Kegels auch:

$$k = \frac{\pi}{12} \cdot \frac{16\,\gamma}{\pi} . H = \frac{4}{3} . \gamma . H.$$

Ebenso lehrt jedes Lehrbuch der Stereometrie, daß man den Kubikinhalt eines abgestutzten gemeinen Kegels aus dem unteren und oberen Durchmesser D und d, aus der unteren und oberen Grundfläche G und g, sowie aus dessen Höhe h nach folgenden zwei Formeln findet:

$$k = \frac{\pi}{12} (D^2 + \underline{\delta^2} + D . d)\, h \text{ oder}$$

$$k = (G + g + \sqrt{G . g})\, \frac{h}{3}.$$

Behält man dieselben Bezeichnungen bei, und setzt nur noch die in der Mitte des abgestutzten Kegels liegende Kreisfläche $= \gamma$, so erhält man einen weiteren unter dem Namen Riecke'sche*)

*) Oberstudienrath Prof. Dr. Riecke in Hohenheim hat dieselbe in seiner Schrift „über die Berechnung des körperlichen Inhalts unbeschlagener Baumstämme, Stuttgart 1849," in die Holzmeßkunst eingeführt.

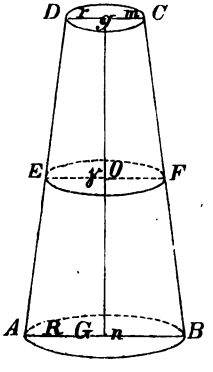
Formel in der Holzmeßkunst bekannten Ausdruck für den gemeinen Stutzkegel, nämlich:

$$k = (G + 4\gamma + g)\frac{h}{6}.$$

Da die Riecke'sche Formel nicht in allen Lehrbüchern der Stereometrie entwickelt wird, so wollen wir den Beweis derselben hier folgen lassen:

Bezeichnet EF, Fig. 17, den Mittelquerschnitt, ist

Fig. 17.



also $mO = nO$, dann ist auch $EO = \frac{Dm + An}{2} = \frac{r + R}{2}$, und die Mittenquerfläche

$$\gamma = \left(\frac{r + R}{2}\right)^2 . \pi \text{ und}$$

$$4\gamma = 4\pi\left(\frac{r + R}{2}\right)^2 = \pi (r + R)^2.$$

Nun aber ist bekanntlich die gewöhnliche Formel für den abgestutzten Kegel $k = \frac{\pi h}{3}(R^2 + R . r + r^2) =$

$$= \frac{\pi h}{3}\left(\frac{R^2 + R^2 + 2Rr + r^2 + r^2}{2}\right) =$$

$$= \frac{\pi h}{6}[R^2 + r^2 + (R + r)^2] =$$

$$= \frac{h}{6}[\pi R^2 + \pi r^2 + \pi (R + r)^2].$$

Nun aber ist oben $4\gamma = \pi (r + R)^2$ gefunden worden; wird daher dieser Werth substituirt, so ist:

$$k = \frac{h}{6}(\pi R^2 + \pi r^2 + 4\gamma) = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g).$$

Setzt man in der Riecke'schen Formel $d = o$, d. h. auch $g = o$, so geht der Stutzkegel in den vollen Kegel über und man erhält dann für denselben noch folgende Formel:

$$k = (G + 4\gamma)\frac{H}{6},$$

in welcher G der unteren γ der mittleren Kreisfläche und H natürlich der Höhe des Vollkegels entspricht.

In der Holzmeßkunst kann es räthlich erscheinen, den Inhalt von kegelförmig geformten Stämmen noch aus anderen Dimensionen, als den bereits angegebenen, zu berechnen; so z. B. wenn sich in Folge des Wurzelanlaufes gerade die untere Kreisfläche nicht mit hinreichender Schärfe bestimmen läßt.

Auch in diesem Falle ist die Stereometrie nicht um Rath verlegen, denn setzt man die Kreisfläche des abgestutzten Kegels in $^1/_3$

seiner Höhe = G_1, wie seither die Endfläche = g, die Höhe des Stutzkegels = h und den Inhalt = k, so ist auch:

$$k = \frac{3\,G_1 + g}{4} \cdot h = (3\,G_1 + g)\frac{h}{4},$$

d. h. es ist der Inhalt des Stutzkegels gleich der dreifachen Grundfläche in $^1/_3$ der Höhe genommen, vermehrt um die Endfläche und multiplizirt mit dem vierten Theile der Höhe.

Vorstehende Formel wurde von W Hoßfeld in dessen „niedere und höhere praktische Stereometrie u. s. w. Leipzig 1812," S. 128, in die Holzmeßkunst eingeführt und da dieselbe nicht bei jedem stereometrischen Unterricht behandelt werden dürfte, so wollen wir sie hier kurz nach Riecke beweisen.

Ist $mO = \frac{2}{3}\,mn$, Fig. 18, so ist nach der Proportionalität der Linien auch $KO = \frac{2}{3}\,Jn = \frac{2}{3}(R-r)$, wenn R den untern Halbmesser An und r den oberen Cm ausdrückt. Es ist aber auch $EO = KO + KE =$

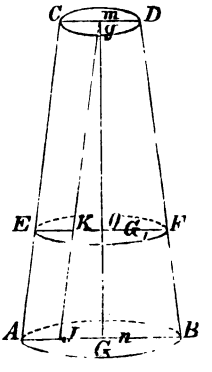


Fig. 18.

$= \frac{2}{3}(R-r) + r = \frac{2}{3}R - \frac{2}{3}r + \frac{3}{3}r = \frac{2}{3}R + \frac{1}{3}r =$

$= \frac{1}{3}(2R + r)$, folglich, wenn man beide Seiten der Gleichung zum Quadrat erhebt:

$EO^2 = \left[\frac{1}{3}(2R + r)\right]^2 = \frac{1}{9}(4R^2 + 4Rr + r^2)$

und $3\,EO^2 = \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + r^2)$ daher auch

$3EO^2 + r^2 = \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + r^2) + r^2 =$

$= \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + 4r^2).$

Wird endlich beiderseits mit $\frac{\pi h}{4}$ multiplizirt, so ist:

$$\frac{\pi h}{4}(3EO^2 + r^2) = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2) \text{ und}$$

$(3\pi EO^2 + \pi r^2)\frac{h}{4} = \frac{h}{3}(\pi R^2 + \pi Rr + \pi r^2)$. Die rechte Seite ist aber der Ausdruck für den Inhalt des abgestutzten Kegels = k, folglich ist:

$$k = (3\pi EO^2 + \pi r^2)\frac{h}{4} = (3\,G_1 + g)\frac{h}{4}.$$

Setzt man in vorstehender Formel g = o, so geht der Stutzkegel in den Vollkegel über, d. h. man erhält für letzteren die Formel:

$k = \frac{3}{4} G_1 . H = 0{,}75 . G_1 . H$, wo H jetzt natürlich die Höhe des Vollkegels und G_1 die in $^1/_3$ dieser Höhe ermittelte Grundfläche bezeichnet.

Nennt man den unteren Durchmesser D, den oberen d, so ist bekanntlich bei dem geradseitigen Kegel der mittlere Durchmesser $= \frac{D+d}{2}$. Setzt man nun die diesem mittleren Durchmesser entsprechende Kreisfläche $= \gamma$, die der Differenz der beiden Endstärken D—d entsprechende Kreisfläche aber g', so ist auch der Kubikinhalt des Kegelstutzes (oder geradseitigen Stammes):

$$k = \left(\gamma + \frac{g^1}{12}\right) h = \gamma . h + \frac{g^1}{12} . h;$$

d. h. der Kubikinhalt eines geradseitigen Kegelstutzes ist auch gleich der Summe von zwei eben so langen Walzen, von welchen die eine das arithmetische Mittel der beiden Enddurchmesser $\left(\frac{D+d}{2}\right)$, die andere die Differenz (D—d) der beiden Enddurchmesser zur Stärke hat, oder es ist k = der Mittelwalze, vermehrt um $^1/_{12}$ der Walze der Endstärkendifferenz.

Diese Formel ist insofern in der Holzmeßkunst von Bedeutung, als man es noch hin und wieder trifft, daß man Baumschäfte zwar als abgestutzte Kegel betrachtet, sie aber dennoch als eine gleich lange Walze berechnet, deren Stärke man aus $\frac{D+d}{2}$ und deren Inhalt man aus $k = \gamma . h$ ableitet. Wie aber aus letzter Formel hervorgeht, erhält man nach dieser falschen Methode den Inhalt stets um $^1/_{12}$ einer Walze zu klein, welche (D—d) zur Stärke hat.

Es läßt sich dieses wie folgt beweisen: Die Walze, welche $\frac{D+d}{2}$ zur Stärke hat, ist: $k = \gamma . h = \frac{\pi}{4}\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 . h$, die wirkliche Formel für den Stutzkegel ist aber: $k = \frac{\pi . h}{12}(D^2 + d^2 + D . d)$. Würden nun beide Formeln gleiche Resultate liefern, so müßten sie, von einander abgezogen, sich auf Null reduciren. Dieses ist aber nicht der Fall, sondern es ist:

$$= \frac{\pi h}{12}(D^2 + d^2 + D.d) - \frac{\pi h}{4}\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi h D^2}{12} + \frac{\pi h d^2}{12} + \frac{\pi h D d}{12} - \frac{\pi h D^2}{16} - \frac{\pi h d^2}{16} - \frac{2\pi h D.d}{16}$$

$$= \frac{4\pi h D^2}{48} + \frac{4\pi h d^2}{48} + \frac{4\pi D d h}{48} - \frac{3\pi h D^2}{48} - \frac{3\pi h d^2}{48} - \frac{6\pi h D d}{48} =$$

$$= \frac{\pi h D^2 + \pi h d^2 - 2\pi h D d}{48} = \frac{\pi h}{4}\left(\frac{D^2 - 2Dd + d^2}{12}\right) =$$

$$= (D-d)^2 . \frac{\pi}{4} . \frac{h}{12} = \frac{g^1 . h}{12}.$$

Da hiernach die Differenz nicht Null, sondern $= \frac{g' . h}{12}$, d. h. dem zwölften Theile einer Walze ist, welche die Differenz D — d zur Stärke und h zur Höhe hat, so ist hiermit die Formel für den gemeinen Stutzkegel

$$k = \gamma . h + \frac{g^1 . h}{12}$$

bewiesen.

Ebenso ist einleuchtend, daß der durch Vernachlässigung von $\frac{g' h}{12}$ entstehende Fehler um so größer werden muß, je höher man den kegelförmig gedachten Stamm entgipfelt. Wird endlich $d = o$, dann geht der abgestutzte Kegel in den vollen Kegel über und man hat $D - o = D$, d. h. $g^1 = G$, ferner $\frac{g^1}{12} = \frac{G}{12}$ und $h = H$, mithin

$$k = \left(\gamma + \frac{G}{12}\right) . H = \gamma . H + \frac{G}{12} . H.$$

Berechnet man daher den vollen Kegel als eine Walze aus dem mittlern Durchmesser desselben, so findet man den Inhalt um $\frac{1}{12}$ der Grundwalze (G.H) zu klein.

Dieser Beweis läßt sich direkt auch sehr leicht wie folgt führen. Der Inhalt eines Kegels ist $\frac{G.H}{3}$. Da in der halben Höhe die Grundfläche nur noch $\frac{G}{4}$ ist und man wollte den Kegel als Walze aus der in der Mitte liegenden Grundfläche mal der Höhe, d. h. nach $\frac{G}{4} . H$ berechnen, so würden beide Formeln nicht zu gleichen Resultaten, sondern zu folgender Differenz führen:

$$\frac{G.H}{3} - \frac{G.H}{4} = \frac{4}{12} G.H - \frac{3}{12} G.H = \frac{1}{12} G.H.$$

b) Der paraboliſch ausgebauchte Kegel. Bei dem ausgebauchten Kegel bilden die Seiten wie bei dem gemeinen Kegel keine geraden, ſondern einem gewiſſen Geſetze folgende krumme ausgebauchte Linien, woraus folgt, daß bei dem ausgebauchten Kegel die Kreisflächen nicht in dem raſchen Verhältniß wie bei dem gemeinen Kegel abnehmen können. Von den verſchiedenen ausgebauchten Kegeln wollen wir hier nur eine Form hervorheben, welche einfachen Geſetzen folgt und in der Baummeßkunſt eine wichtige Rolle ſpielt; nämlich das Paraboloid, welches durch Rotation der Apolloniſchen Parabel*) um ihre Axe entſteht. Bei dieſem Körper nehmen die Kreisflächen wie die einfachen Höhen ab; iſt daher die Kreisfläche am Grunde des Vollkegels = G, ſo iſt ſie bei $\frac{1}{4}$ der Höhe = $\frac{3}{4}$ G, in der Mitte des Kegels = $\frac{1}{2}$ G und bei $\frac{3}{4}$ Höhe nur noch $\frac{1}{4}$ G. War ferner die Stärke eines ſolchen Kegels am Grunde = 1, ſo iſt ſie bei $\frac{1}{4}$ der Höhe nur noch 0,87, in der Mitte = 0,71 und in $\frac{3}{4}$ der Höhe = 0,50. Während nun bei dem gemeinen Kegel die halbe Grundſtärke in der Mitte lag, ſo liegt ſie bei dem hier angenommenen ausgebauchten Kegel in $\frac{3}{4}$ der Höhe. Ebenſo iſt bei dem gemeinen Kegel die Kreisfläche in der halben Länge deſſelben nur noch $\frac{1}{4}$ der Kreisfläche am Grunde, während ſie bei dem ausgebauchten Kegel noch $\frac{1}{2}$ der Grundkreisfläche beträgt. Schon hieraus folgt, daß auch der Inhalt eines ſolchen ausgebauchten Kegels, gleiche Grundflächen und Höhen vorausgeſetzt, viel größer ſein muß, als derjenige des geradſeitigen Kegels.

In der That lehrt die höhere Stereometrie, daß man den Inhalt dieſes ausgebauchten Kegels findet, indem man die Grundfläche G deſſelben mit der halben Höhe H oder die Mittenfläche γ mit der Höhe multiplicirt, d. h. es iſt:

*) Dieſe Parabelform hat ihren Namen von dem Griechen Apollonius, ein Schüler des Archimedes, welcher ſie um 200 vor Chriſti Geburt zuerſt ausführlicher behandelte.

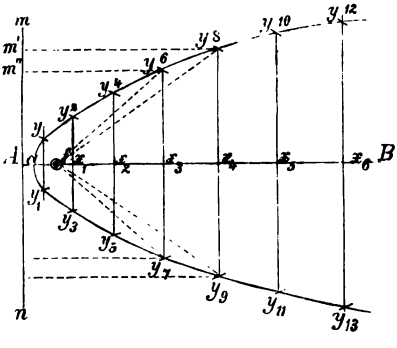
$$k = G \cdot \frac{H}{2} = \frac{G \cdot H}{2} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{8}, \text{ oder}$$

$$k = \gamma \cdot H.$$

Die Abhandlung der Apolloniſchen Parabel gehört in die analytiſche Geometrie, da dieſe aber nicht an allen Forſtlehranſtalten gelehrt wird, das Paraboloid hier aber nicht umgangen werden kann, ſo wollen wir wenigſtens zeigen, wie man die Apolloniſche Parabel konſtruirt, wie aus dieſer das Paraboloid entſteht und die Kubirungsformel für daſſelbe abgeleitet wird.

Man ziehe eine gerade Linie AB, Fig. 19, errichte im Anfange A derſelben die Senkrechte mn, trage von A nach a und von a nach f beliebige aber gleiche Entfernungen auf, d. h. mache Aa = af, ſo heißt a der Anfangspunkt, f der Brennpunkt der Parabel, die Parabel iſt nun eine Kurve von ſolcher Beſchaffenheit, daß die direkte Entfernung von irgend einem Punkte y_8 derſelben bis zur Linie mn gerade ſo groß iſt, als die Entfernung eben desſelben Punktes y_8 vom Brennpunkt f, d. h. es muß ſtets ſein: $m' y_8 = f y_8$, $m'' y_6 = f y_6$ u. ſ. w. Dieſe Eigenſchaft der Parabel gibt uns nun ein ſehr einfaches Mittel an die Hand, dieſelbe zu konſtruiren. Man errichtet nämlich in beliebigen Entfernungen auf die Axe AB der Parabel die Senkrechten $y\,y_1$, $y_2\,y_3$, $y_4\,y_5$ u. ſ. w., nimmt alsdann z. B. die Entfernung Ax_3 in den Zirkel, ſetzt dann die eine Spitze in f ein und durchſticht mit der andern Spitze die Linie $y_6\,y_7$ in y_6 und y_7 und erhält man zwei Punkte der Parabel. Hierauf nimmt man Ax_4 zwiſchen die Zirkelſpitze, ſetzt wieder in f ein und durchſticht jetzt die folgende Linie $y_8\,y_9$, in y_8 und y_9, ſo ſind auch y_8 und y_9 Punkte der Parabel, denn es iſt z. B. $Ax_4 = m' y_8 = f y_8$.

Fig. 19.



Auf dieſe Weiſe kann man eine beliebige Anzahl Punkte feſtlegen, werden dieſelben dann mit einem Linienzug aus freier Hand mit einander verbunden, ſo entſteht die Parabelkurve, Fig. 19.

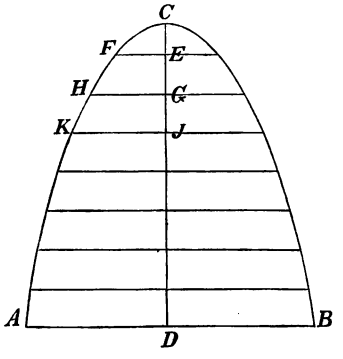
Die Linie aB heißt die Axe der Parabel, ax_1, ax_2, ax_3 u. ſ. w. ſind die Abſciſſen, $x_1\,y_2$, $x_2\,y_4$, $x_3\,y_6$ die zugehörigen Ordinaten derſelben. Zum Verſtändniß des Beweiſes für die Kubirung des Paraboloids gehört nun nur noch der Satz, daß ſich die Abſciſſen der Parabel wie die Quadrate der zugehörigen Ordinaten verhalten, d. h. es iſt:

$$ax_1 : ax_2 : ax_3 \ldots = \overline{x_1 y_2}^2 : \overline{x_2 y_4}^2 : \overline{x_3 y_6}^2 \ldots$$

Das Paraboloid selbst entsteht nun durch Rotation der Parabelfläche um ihre Axe aB und es läßt sich die obige Formel für die Kubirung dieses Körpers, gestützt auf vorstehenden Satz, wie folgt beweisen:*)

Theilt man die Axe CD des Paraboloids ACB mit dem Grundhalbmesser $AD = R$ in n gleiche Theile von der Höhe $\frac{CD}{n} = \frac{H}{n} = h$, und legt durch jeden Theilungspunkt E, G, J u. s. w. eine mit der Grundfläche AB parallele Ebene, so ist, da sich die Abscissen wie die Quadrate der Ordinaten verhalten:

Fig. 20.



$$CE : CG : CJ \ldots . =$$
$$= \overline{EF}^2 : \overline{GH}^2 : \overline{JK}^2 \ldots . \text{ oder}$$
$$1 : 2 : 3 \ldots . =$$
$$= \pi\overline{EF}^2 : \pi\overline{GH}^2 : \pi\overline{JK}^2 \ldots .$$

d. h. die einzelnen Durchschnittsflächen $\pi\overline{EF}^2$, $\pi\overline{GH}^2$ u. s. w. wachsen wie die natürlichen Zahlen. Setzt man nun die erste Durchschnittsfläche F, so ist die zweite 2F, die n^{te} aber nF.

Werden nun die einzelnen zwischen zwei Durchschnittsflächen liegenden Körperstücke durchweg als Walzen mit der unteren Grundfläche und der Höhe h berechnet, so erhält man die Summe dieser einzelnen Walzen

$$= 1F \cdot h + 2F \cdot h + 3F \cdot h + \ldots . nF \cdot h =$$
$$= F \cdot h\,(1 + 2 + 3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ n).$$

Der in der Parenthese stehende Ausdruck bildet nun eine arithmetische Reihe erster Ordnung, die nach der Summenformel für solche Reihen:

$S = n\frac{(a+t)}{2}$ summirt werden kann, d. h. man hat:

$$S = hF \times \frac{n\,(n+1)}{2}.$$

Die Summe dieser einzelnen Körperstücke wird dem Inhalt des Paraboloids um so näher kommen, je kleiner h wird, d. h. in eine je größere Anzahl gleich hoher Schichten man das Paraboloid zerlegt, und wird dem Inhalte desselben selbst gleich sein, wenn man n unendlich groß macht, dann aber ist $n + 1 = n$ und es ergibt sich der körperliche Inhalt des Paraboloids:

$$k = h \cdot F \times \frac{n^2}{2} = \frac{h \cdot F \cdot n \cdot n}{2} = \frac{nh \times nF}{2} = nh \times \frac{nF}{2}.$$

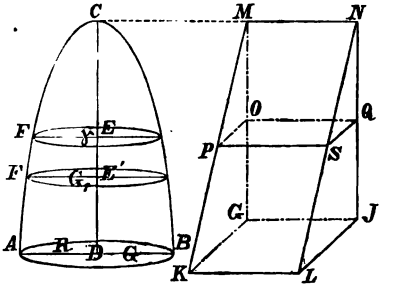
*) Vergl. Oberstudienrath Dr. Riecke Mathematische Unterhaltungen, zweites Heft, 1868.

Da aber $nh = H$ (Höhe des Paraboloids) und $nF = \pi . \overline{AD}^2 = \pi R^2$, ſo iſt auch $k = \pi R^2 . \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2}{4} . \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2 . H}{8} = \frac{G . H}{2}$, was zu beweiſen war.

Einen weiteren einfachen Beweis hat Dr. Schmid (jetzt Profeſſor am Realgymnaſium in Stuttgart) geliefert; *) wir laſſen denſelben hier in der Riecke'ſchen Darſtellung **) folgen.

Es ſei $AD = R$ der Halbmeſſer, ſomit πR^2 die Grundfläche des Paraboloids, Fig. 21, welche wieder gleichen Flächeninhalt mit dem Quadrat GJLK haben ſoll. In G und J ſind ſenkrecht zur Quadratfläche GJLK die Linien GM und $JN =$ der Höhe H des Paraboloids errichtet. Verbindet man nun M mit N, ebenſo M mit K und N mit L, ſo entſteht ein durch die Rechtecke GL, LM und MJ und die Dreiecke NLJ und MGK begrenztes dreiſeitiges Prisma, welches die Hälfte eines rechtwinkeligen Parallelepipedons mit der Grundfläche $JK = \pi R^2$ und der Höhe H iſt, d. h. ſein Kubikinhalt iſt $= \frac{\pi R^2 . H}{2}$. Es iſt jetzt nur noch zu beweiſen, daß dieſes Prisma dem Paraboloid von gleicher Grundfläche und Höhe gleich iſt.

Fig. 21.



Zu dieſem Behufe ſchneidet man von der Axe CD des Paraboloids ein beliebiges Stück $CE = h$ ab, legt durch E einen parallelen Schnitt zur Grundfläche des Paraboloids, ſo iſt dieſer ein Kreis. Da ſich die Abſciſſen wie die Quadrate der Ordinaten verhalten, ſo iſt:

$\overline{FE}^2 : \overline{AD}^2 = CE : CD$ oder

$\pi\overline{FE}^2 : \pi\overline{AD}^2 = h : H$ .... I.

Schneidet man von MG ein gleiches Stück $MO = h$ ab und legt durch O einen parallel zur Grundfläche KJ liegenden Schnitt, ſo iſt dieſer Durchſchnitt PQ ein Rechteck und es verhält ſich die Fläche:

$PQ : KJ = PO . OQ : KG . GJ$ oder

$PQ : KJ = PO : KG$

$PQ : KJ = MO : MG$

$PQ : KJ = h : H$ ..... II.

---

*) Korreſpondenzblatt für Gelehrte und Realſchulen 1867, ſowie Supplemente zur Monatſchrift für Forſt- und Jagdweſen von Dr. F. Baur, 1. Heft, 1869.

**) Vergl. deſſen mathematiſche Unterhaltungen, 2. Heft, 1868.

Verbindet man Gleichung II mit I, so ist

$$\pi \overline{FE}^2 : \pi \,.\, \overline{AD}^2 = PQ : KJ,$$ da aber $KJ = \pi R^2$, so ist auch

$$\pi \overline{FE}^2 : \pi \,.\, \overline{AD}^2 = PQ : \pi R^2$$ und endlich

$$PQ = \pi \,.\, \overline{FE}^2.$$

Da nun je zwei solcher Querschnitte in gleicher Höhe über den Grundflächen der beiden Körper, Fig. 21, einander gleich sind, so sind die Körper selbst gleich und es besteht für das Prisma, wie für das Paraboloid, die Formel:

$$k = \frac{\pi R^2 \,.\, H}{2} = \frac{\pi D^2 \,.\, H}{8} = \frac{G \,.\, H}{2}.$$

Mißt man in der Mitte E die Grundfläche $= y$, so ist das Paraboloid auch gleich einem Cylinder von dieser Grundfläche y und der Höhe H, d. h. es ist $k = y \,.\, H$; denn es verhält sich:

$$\overline{FE}^2 : \overline{AD}^2 = CE : CD \text{ oder } FE^2 : R^2 = 1 : 2, \text{ daraus}$$

$$\overline{FE}^2 = \frac{R^2}{2} \text{ und } \pi H \,.\, \overline{FE}^2 = \frac{\pi H \,.\, R^2}{2}, \text{ mithin}$$

$$k = y \,.\, H = \frac{G \,.\, H}{2}.$$

Nimmt man die Messung der Durchschnittsfläche G_1 in E′, Fig. 21, so vor, daß $CE' = \frac{2}{3} H$ ist, so erhält man für das Paraboloid die Formel $k = \frac{3}{4} G_1' \,.\, H = 0{,}75\, G_1' \,.\, H$.

Beweis: $\overline{FE'}^2 : \overline{AD}^2 = CE' : CD$ oder $\overline{FE'}^2 : R^2 = 2 : 3$, daraus

$$\overline{FE'}^2 = \frac{2}{3} R^2 \text{ und}$$

$$\frac{3}{4} \pi H \,.\, \overline{FE'}^2 = \frac{3}{4} \pi H \,.\, \frac{2}{3} R^2,$$

$$\frac{3}{4} G_1 \,.\, H = \frac{1}{2} \pi \,.\, R^2 \,.\, H = \frac{G \,.\, H}{2}, \text{ somit}$$

$$k = \frac{G \,.\, H}{2} = \frac{3}{4} G_1 \,.\, H = 0{,}75 \,.\, G_1 \,.\, H.$$

Was die Kubirung des abgestutzten Paraboloids betrifft, so sei bemerkt, daß, wenn G die untere, g die obere, und γ die mittlere Kreisfläche und h die Höhe desselben bezeichnet, man den Inhalt k nach den Formeln findet:

$$k = (G + g) \frac{h}{2} \text{ oder } k = \gamma \,.\, h.$$

Beweis. Der Inhalt des abgestutzten Paraboloids ABHG, Fig. 22, muß gleich sein dem Paraboloid ABC — GHC. Ist nun der Durchmesser des Paraboloids ABC = D, dessen Höhe CD = H und dessen Grundfläche

$= G$, ebenso der Durchmesser des Paraboloids $GHC = d$, dessen Höhe $CK = H'$ und dessen Grundfläche $= g$, so ist

Paraboloid $ABC = \frac{\pi . D^2 . H}{8}$ und Paraboloid $GHC = \frac{\pi . d^2 . H'}{8}$, folglich das abgekürzte Paraboloid

$$ABHG = \frac{\pi . D^2 . H}{8} - \frac{\pi . d^2 . H'}{8} = \frac{\pi}{8} (D^2 . H - d^2 . H').$$

Da sich die Quadrate der Ordinaten wie die Abscissen verhalten, so ist auch

$d^2 : D^2 = H' : H$ und nach der Proportionslehre

$d^2 : (D^2 - d^2) = H' : (H - H')$, und wenn man

$H - H' = DK = h$ setzt $H' = \frac{d^2 . h}{D^2 - d^2}$.

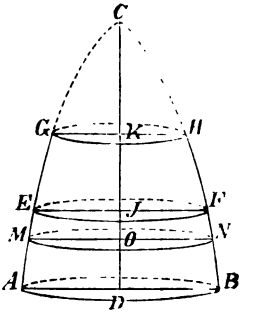
Aus gleichem Grunde ist aber auch

$D^2 - d^2 : D^2 = H - H' : H$ oder

$$H = \frac{D^2 . h}{D^2 - d^2}.$$

Setzt man diese beiden Werthe in obige Gleichung $ABHG = \frac{\pi}{8} (D^2 . H - d^2 . H')$ ein, so ist:

Fig. 22.



$$ABHG = \frac{\pi}{8} \left(\frac{D^2 . D^2 . h}{D^2 - d^2} - \frac{d^2 . d^2 . h}{D^2 - d^2} \right) = \frac{\pi}{8} \left(\frac{D^4 - d^4}{D^2 - d^2} \right) . h.$$

Endlich ist $D^4 - d^4 = (D^2 + d^2)(D^2 - d^2)$, daher auch

$$ABHG = \frac{\pi}{8} \left(\frac{(D^2 + d^2)(D^2 - d^2)}{D^2 - d^2} \right) . h = \frac{\pi}{8} (D^2 + d^2) h =$$

$$= \left(\frac{\pi D^2}{4} + \frac{\pi d^2}{4} \right) \frac{h}{2} \text{ und}$$

$$k = (G + g) \frac{h}{2} = \left(\frac{G + g}{2} \right) . h.$$

Legt man in der halben Höhe J des abgestutzten Kegels noch einen Schnitt EF senkrecht zur Axe CD, Fig. 22, und nennt die zugehörige Kreisfläche y, so ist auch, da die Kreisflächen des Paraboloids wie die natürlichen Zahlen wachsen, $y = \frac{G + g}{2}$, denn ist z. B. die Kreisfläche von $GH = 1n$, so ist diejenige von $EF = 2n$ und die von $AB = 3n$, folglich die Mittenkreisfläche $y = \frac{1n + 3n}{2} = 2n$; d. h. es ist bei dem Paraboloid ganz einerlei, ob man den Inhalt aus der Mittenkreisfläche y, oder aus der halben Summe der beiden Endflächen $\left(\frac{G + g}{2} \right)$ multiplicirt mit der Höhe berechnet.

Will man die Messung des Durchmessers AB der Grundfläche, Fig. 22, vermeiden, so kann man dieselbe auch im dritten Theile der Höhe vornehmen, so daß $DO = 1/3\ DK$ ist; setzt man nun

die Kreisfläche von MN = G_1, die untere Grundfläche = G, die obere = g, und die Höhe DK = h, so ist auch der Inhalt k des abgestutzten Paraboloids:

$$k = \frac{h}{4}(3\,G_1 + g).$$

Beweis: Es verhält sich bekanntlich:

$$CD : CO : CK = \overline{AD}^2 : \overline{MO}^2 : \overline{GK}^2, \text{ daher auch:}$$

$$CD - CO : CO - CK = \overline{AD}^2 - \overline{MO}^2 : \overline{MO}^2 - GK^2 \text{ und}$$

$$DO : OK = \overline{AD}^2 - \overline{MO}^2 : \overline{MO}^2 - \overline{GK}^2.$$

Setzt man AD = R, MO = δ und GK = r, so ist weiter:

$$1 : 2 = R^2 - \delta^2 : \delta^2 - r^2 \text{ und}$$

$$2R^2 - 2\delta^2 = \delta^2 - r^2, \text{ daraus}$$

$$3\delta^2 = 2R^2 + r^2 \text{ und } 3\delta^2 + r^2 = 2(R^2 + r^2).$$

Durch Multiplikation mit $\frac{\pi h}{4}$ ist endlich:

$$\frac{\pi h}{4}(3\delta^2 + r^2) = \frac{\pi h}{2}(R^2 + r^2) \text{ oder}$$

$$\frac{h}{4}(3\pi\delta^2 + \pi r^2) = (\pi R^2 + \pi r^2)\frac{h}{2} \text{ und}$$

$$k = \frac{h}{2}(G + g) = \frac{h}{4}(3G_1 + g).$$

Mißt man neben den beiden Endflächen des Paraboloids auch noch die Durchschnittsfläche in der Mitte, und setzt wie seither die untere Kreisfläche G, die obere g, die mittlere γ und die Höhe des abgestutzten Paraboloids = h, so ist der Inhalt k desselben auch:

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g).$$

Beweis: Wie bereits bekannt, ist $\gamma = \frac{G+g}{2}$ oder $2\gamma = G + g$, daher auch $2\gamma + 4\gamma = G + g + 4\gamma$ oder $6\gamma = G + 4\gamma + g$ und

$$\gamma = \frac{G + 4\gamma + g}{6}.$$

Setzt man diesen Werth von γ in die Gleichung $k = \gamma \cdot h$ ein, so ist

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g).$$

c) Das Neiloid oder der paraboliſch eingebauchte Kegel. Die Seiten der paraboliſch eingebauchten Kegel bilden keine geraden, sondern nach Innen gekrümmte Linien und es geht schon hieraus hervor, daß die Abnahme der Kreisflächen vom Fuße des Kegels nach der Spitze hin noch in einem raſcheren Verhältniß

als bei dem geradseitigen Kegel stattfinden muß. Bei letzterem nehmen die Kreisflächen wie die Quadrate der Höhe ab, bei dem Neiloid aber werden die Kreisflächen wie die dritten Potenzen der Höhen kleiner. Ist daher die Grundfläche des Kegels G, so wird sie bei $\frac{1}{4}$ Höhe noch $\left(\frac{3}{4}\right)^3 . G = \frac{27}{64} G$, in der Mitte noch $\left(\frac{1}{2}\right)^3 G =$ $= \frac{1}{8} G = \frac{8}{64} G$ und bei $\frac{3}{4}$ der Höhe noch $\left(\frac{1}{4}\right)^3 G = \frac{1}{64} G$ sein. Ebenso werden die Durchmesser des Kegels bei $\frac{1}{4}$ Höhe 0,65, in der Mitte 0,35 und in $\frac{3}{4}$ der Höhe nur noch 0,125 oder $\frac{1}{8}$ der Grundstärke 1 betragen. Das Neiloid*) entsteht aus der Rotation der Neil'schen Parabel A B C, Fig. 23, um ihre Axe C D.

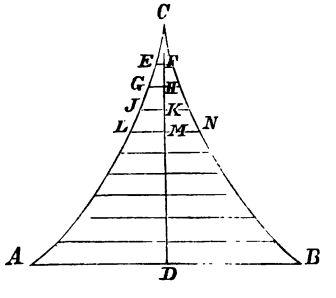
Den Kubikinhalt k des Neiloids findet man durch Multiplikation seiner Grundfläche G mit $\frac{1}{4}$ seiner Länge H, d. h. es ist:

$$k = \frac{\pi . \overline{AB}^2}{4} . \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2 H}{16} = \frac{G . H}{4}.$$

Beweis**). Man theile, Fig. 23, die Höhe CD = H in eine beliebige Anzahl n gleiche Theile, so daß ein solcher Theil $a = \frac{CD}{n} = \frac{H}{n}$ wird, und lege dann durch jeden Theilungspunkt F, H, K .... eine zur Grundfläche parallele Ebene, so verhalten sich offenbar die Abscissen CF, CH, CK u. s. w. wie die natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 .... Da nach der Gleichung der Neil'schen Parabel $y^2 = px^3$ sich die Quadrate der Ordinaten wie die dritten Potenzen (Würfel) der Abscissen verhalten, so muß sein:

$\overline{EF}^2 : \overline{GH}^2 : \overline{JK}^2 .... =$
$= 1^3 : 2^3 : 3^3 ....$ oder auch
$\pi . \overline{EF}^2 : \pi \overline{GH}^2 : \pi \overline{JK}^2 .... =$
$= 1 : 8 : 27 ....$

Fig. 23.



*) Die Neil'sche Parabel, aus deren Rotation das Neil'sche Paraboloid entsteht, mit der Gleichung $y^2 = px^3$ ist eine Parabel höherer Ordnung. Sie führt ihren Namen nach dem englischen Mathematiker Wilhelm Neil (1657).

**) Vergl. Riecke, „Mathematische Unterhaltungen," 3. Heft, 1873, S. 54—55.

d. h. die Durchschnittsflächen wachsen wie die Würfel der natürlichen Zahlen. Setzt man daher die erste Kreisfläche g, so ist die zweite 8g, die dritte 27g u. s. w. Die letzte aber $\pi . \overline{AD}^2 = \pi R^2 = n^3 . g$. Werden nun die einzelnen gleich hohen Körperstücke alle als Walzen mit der unteren Grundfläche und der Höhe = a berechnet, so erhält man ihre Summe:

$g . a + 2^3 g . a + 3^3 g . a + \ldots . n^3 g . a$ oder

$a . g (1 + 2^3 + 3^3 + \ldots . n^3)$ und da die Summe der n ersten Kubikzahlen gefunden wird nach der Formel $\left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2 = \frac{n^4}{4}(n+1)^2$, so ist:

$$ag \times \frac{n^2}{4}(n+1)^2.$$

Nun ist klar, daß die Summe dieser Körperstücke sich dem Inhalte des Neiloids in dem Verhältnisse mehr nähern muß, als die Anzahl der Theile n wächst und die Höhe a der einzelnen Körperstücke abnimmt; wird endlich a unendlich klein, d. h. n unendlich groß, so ist dann $n + 1 = n$ und der Inhalt k des Neiloids wird:

$$k = ag \times \frac{n^2}{4} . n^2 = ag \times \frac{n^4}{4} = \frac{an . n^3 g}{4};$$

da aber $an = H$ und $n^3 g = \pi R^2$, so muß endlich sein:

$$k = \frac{H . \pi R^2}{4} = \pi R^2 \times \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2}{4} . \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2 . H}{16} = \frac{G . H}{4}.$$

Will man wie bei den bereits abgehandelten Kegeln auch bei dem Neiloid statt der Grundfläche G die in der halben Höhe gemessene γ einführen, so ist der Kubikinhalt k, wenn die Höhe = H ist:

$$k = 2 . \gamma . H.$$

Beweis: Der Inhalt des Neiloids LCN, Fig. 23, ist: $k = \pi . \overline{LM}^2 . \frac{H}{4}$, nimmt man nun die Kreisfläche nicht an der Grundfläche, sondern in der Mitte H, so ist nach dem Vorstehenden:

$\overline{GH}^2 : \overline{LM}^2 : 2^3 : 4^3$ oder $\overline{GH}^2 : \overline{LM}^2 = 8 : 64 = 1 : 8$, daher

$\overline{LM}^2 = 8\overline{GH}^2$, und wenn man diesen Werth in $k = \pi . \overline{LM}^2 . \frac{H}{4}$ substituirt, so ist: $k = \pi . 8\overline{GH}^2 . \frac{H}{4} = 2\pi\overline{GH}^2 . H = 2\gamma . H.$

Ist die Höhe des Neiloids ABC, Fig. 24, = CD = H und man bestimmt die Grundfläche F in dem Punkte G so, daß $CG = H \sqrt[3]{1/4} = 0{,}63\ H$, so ist der Kubikinhalt k des Neiloids auch:

$$k = F . H,$$

d. h. das Neiloid ist auch gleich einer Walze mit der Grundfläche F und der Höhe H.

Beweis: Es ist: $\overline{CD}^3 : \overline{CG}^3 = \overline{AD}^2 : \overline{EG}^2$ oder

$$H^3 : (H \sqrt[3]{1/4})^3 = R^2 : \overline{EG}^2$$

$$1 : 1/4 = R^2 : \overline{EG}^2 \text{ und } \overline{EG}^2 = \frac{R^2}{4}.$$

Werden beide Seiten der Gleichung mit πH multiplicirt, so ist endlich:

$$\pi EG^2 . H = \pi R^2 . \frac{H}{4} \text{ oder}$$

$$k = G . \frac{H}{4} = F . H.$$

Ist die untere Fläche des abgestutzten Neiloids G, die obere g, die Höhe h, so ist dessen Kubikinhalt:

$$k = \frac{h}{4}\left[G + g + \sqrt[3]{G . g}\,(\sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{g})\right]$$

Beweis: Der Inhalt k des abgestutzten Neiloids ABFE, Fig. 24, ist gleich der Differenz der beiden Neiloide ABC — EFC. Setzt man die Höhe $CD = H$, die Höhe $CG = H'$ und $CD - CG = H - H' = DG = h$, ferner $AB = D$ und $EF = d$ und die diesen Durchmessern entsprechenden Kreisflächen G und g, so ist:

$$k = \frac{\pi D^2 . H}{16} - \frac{\pi d^2 . H'}{16} = \frac{\pi}{16}(D^2 H - d^2 H') \ldots\ldots 1.$$

Da sich bei der Neil'schen Parabel die Quadrate der Ordinaten wie die dritten Potenzen der Abscissen verhalten, so ist:

$d^2 : D^2 = H'^3 : H^3$, aus beiden Seiten die dritte Wurzel gezogen:

$d^{2/3} : D^{2/3} = H' : H$, daher auch

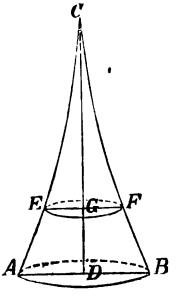
$d^{2/3} : D^{2/3} - d^{2/3} = H' : H - H' = H' : h$, daraus

$$H' = \frac{d^{2/3}}{D^{2/3} - d^{2/3}} . h. \text{ Ebenso ist auch}$$

$D^{2/3} - d^{2/3} : D^{2/3} = H - H' : H = h : H$, daraus

$$H = \frac{D^{2/3}}{D^{2/3} - d^{2/3}} . h.$$

Fig. 24.



Werden die Ausdrücke für H und H' in obige Gleichung 1 substituirt, so ist:

$$k = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^2 . D^{2/3} - d^2 . d^{2/3}}{D^{2/3} - d^{2/3}}\right) h;$$

da aber $D^2 . D^{2/3} = D^2 \sqrt[3]{D^2} = \sqrt[3]{D^6 . D^2} = \sqrt[3]{D^8} = D^{8/3}$, und ebenso $d^2 . d^{2/3} = d^{8/3}$, so folgt weiter:

$$k = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^{8/3} - d^{8/3}}{D^{2/3} - d^{2/3}}\right) h.$$

Ferner ist $D^{8/3} - d^{8/3} = (D^{4/3} + d^{4/3})(D^{4/3} - D^{4/3}) =$

$$= (D^{4/3} + d^{4/3})(D^{2/3} + d^{2/3})(D^{2/3} - D^{2/3}),$$

folglich auch, wenn man diesen Werth einfügt:

$$k = \frac{\pi}{16}\left(\frac{(D^{4/3}+d^{4/3})(D^{2/3}+d^{2/3})(D^{2/3}-d^{2/3})}{D^{2/3}-d^{2/3}}\right)h =$$

$$= \frac{\pi}{16}(D^{4/3}+d^{4/3})(D^{2/3}+d^{2/3}) \cdot h.$$

Führt man in diesem Ausdruck die Multiplikationen wirklich aus, so ist:

$$k = \frac{\pi}{16}(\sqrt[3]{D^4}+\sqrt[3]{d^4})(\sqrt[3]{D^2}+\sqrt[3]{d^2})\,h =$$

$$= \frac{\pi}{16}(D^2+\sqrt[3]{D^4 \cdot d^2}+\sqrt[3]{D^2 \cdot d^4}+d^2)\,h$$

$$= \frac{\pi}{16}\left(D^2+\sqrt[3]{D^2 \cdot d^2}\,(\sqrt[3]{D^2}+\sqrt[3]{d^2})+d^2\right)h.$$

Werden endlich statt der Durchmesser die Kreisflächen G und g eingeführt, so ist:

$$k = \frac{h}{4}\left[G+\sqrt[3]{G \cdot g}\,(\sqrt[3]{G}+\sqrt[3]{g})+g\right].$$

Vorstehende Formel ist für die praktische Ausführung unbequem. Führt man aber neben der untern und obern Kreisfläche G und g auch noch die in der halben Höhe ermittelte Kreisfläche $= \gamma$ ein, so ist der Kubikinhalt k des abgestutzten Neiloids auch:

$$k = (G + 4\gamma + g)\frac{h}{6}.$$

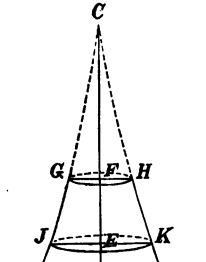
Beweis:*) Wird in der Gleichung des Neiloidstumpfes

$k = \frac{\pi}{16}\left[D^2 + D^{2/3}d^{2/3}(D^{2/3}+d^{2/3}) + d^2\right]h$ der erste Faktor mit $\frac{2}{3}$, der zweite aber mit $\frac{3}{2}$ multiplizirt, dann geht sie über in:

$$k = \frac{\pi}{24}\left[\frac{3D^2}{2} + \frac{3D^{2/3}d^{2/3}(D^{2/3}+d^{2/3})}{2} + \frac{3d^2}{2}\right]h =$$

$$= \frac{\pi}{24}\left[D^2 + d^2 + \frac{1}{2}\left(D^2 + 3D^{2/3}d^{2/3}(D^{2/3}+d^{2/3}) + d^2\right)\right]h \ldots\ldots 1.$$

Fig. 25.



Nennt man nun wieder den untern Durchmesser, Fig. 25, AB = D, den mittleren JK = δ, den oberen GH = d, CF = H', DF = h, so ist:

$d^2 : \delta^2 = H'^3 : \left(H' + \frac{h}{2}\right)^3$ oder

$d^{2/3} : \delta^{2/3} = H' : \left(H' + \frac{h}{2}\right)$; ferner

$d^{2/3} : \delta^{2/3} - d^{2/3} = H' : \left(H' + \frac{h}{2}\right) - H'$ und

$d^{2/3} : \delta^{2/3} - d^{2/3} = H' : \frac{h}{2}$ 2

$d^2 : D^2 = H'^3 : (H'+h)^3$ oder

$d^{2/3} : D^{2/3} = H' : H' + h$; ferner

$d^{2/3} : D^{2/3} - d^{2/3} = H' : (H'+h) - H'$ und

$d^{2/3} : D^{2/3} - d^{2/3} = H' : h$ ..... 3.

*) Vergl. Lehrbuch der Holzmeßkunst von M. Kunze, 1873, S. 44.

Wird Gleichung 3 durch Gleichung 2 dividirt, so ergibt sich:

$$\frac{\delta^{3/_2} - d^{3/_2}}{D^{3/_2} - d^{3/_2}} = \frac{1}{2} \text{ oder}$$

$$2\delta^{3/_2} = D^{3/_2} + d^{3/_2}.$$

Wird letzte Gleichung zur dritten Potenz erhoben, so verwandelt sie sich in:

$$8\delta^3 = D^3 + 3D^{3/_2}d^{3/_2}(D^{3/_2} + d^{3/_2}) + d^3.$$

Da dieser Ausdruck mit dem in Klammern eingeschlossenen Theil der Gleichung 1 vollständig übereinstimmt, so kann er in dieselbe substituirt werden und man erhält:

$$k = \frac{\pi}{24}\left[D^2 + d^2 + \frac{8\delta^2}{2}\right]h = \frac{\pi}{24}[D^2 + 4\delta^2 + d^2]\,h$$

$$= \frac{h}{6}\left[\frac{\pi D^2}{4} + 4\,\frac{\pi\delta^2}{4} + \frac{\pi d^2}{4}\right] = \frac{h}{6}[G + 4\gamma + g].$$

Durch die Mittenkreisfläche γ allein läßt sich der Inhalt des abgestutzten Neiloids nicht ausdrücken; würde man denselben z. B. aus $\gamma . H$ berechnen, so erhielte man ein zu kleines Resultat. Ebenso ist die für den geradseitigen Kegelstutz und den Paraboloidstumpf giltige Formel $k = (3\,G_1 + g)\,\frac{h}{4}$ für das abgestutzte Neiloid nicht ganz richtig.

Behält man für Halbmesser, Durchmesser, Kreisflächen, Höhen u. s. w. alle vorstehenden Bezeichnungen bei, so lassen sich die in diesem §. betrachteten Körper mit ihren zugehörigen Formeln leicht in gedrängter Uebersicht tabellarisch darstellen. (Siehe folgende Seite.)

Auf die Formeln Seite 52 und 53 gestützt, welche übrigens nur auf wirkliche stereometrische Körper angewendet ganz genaue Resultate liefern, können wir nun zu den verschiedenen Stammkubirungsmethoden selbst übergehen. Da, wie schon am Eingange dieses Paragraphs bemerkt wurde, hierbei die regelmäßigeren Baumtheile von den unregelmäßigen abgeschieden werden müssen, so werden wir auch in diesem Sinne in der Behandlung unseres Stoffes vorschreiten.

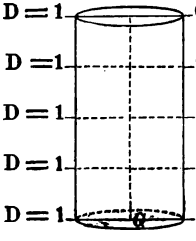
3. Von der Kubirung des Schaftholzes.

§. 15.

Daß der Baum, als Ganzes betrachtet, nicht unter eine einzige stereometrische Form gebracht werden kann, wurde bereits erwähnt; aber auch die Baumschäfte besitzen keine unter allen Verhältnissen gleich bleibende Form; letztere schwankt vielmehr nicht allein nach Verschiedenheit der Holzart, sondern auch — eine gleiche Holzart

Uebersicht
der
wichtigsten Formeln
für

Cylinder.

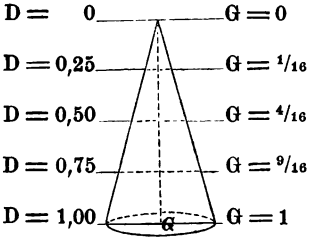


$$k = \pi \cdot R^2 \cdot H.$$

$$k = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H.$$

$$k = G \cdot H.$$

Gemeiner Kegel.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 \cdot H}{3}.$$

$$k = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{12}.$$

$$k = \frac{G \cdot H}{3}.$$

$$k = \frac{4}{3} y \cdot H.$$

$$k = (G + 4y) \frac{H}{6}.$$

$$k = 0{,}75 \cdot G_1 \cdot H.$$

$$k = y \cdot H + \frac{G \cdot H}{12}.$$

Stutzkegel.

$$k = \frac{\pi}{3} (R^2 + r^2 + R \cdot r)\, h.$$

$$k = \frac{\pi}{12} (D^2 + d^2 + D \cdot d)\, h.$$

$$k = (G + g + \sqrt{G \cdot g})\, \frac{h}{3}.$$

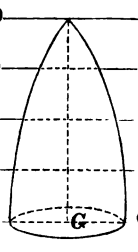
$$k = (G + 4y + g) \frac{h}{6}.$$

$$k = (3 G_1 + g) \frac{h}{4}.$$

$$k = y \cdot h + \frac{g^1}{12} h = \left(y + \frac{g^1}{12}\right) h.$$

Ueberſicht
der
wichtigſten Formeln
für

Paraboloid.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{2}.$$

$$k = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi . D^2 . H}{8}.$$

$$k = \frac{G . H}{2}.$$

$$k = y . H.$$

$$k = 0{,}75 . G_1 . H.$$

$$k = (G + 4y) \frac{H}{6}.$$

Stutzkegel.

$$k = (\pi R^2 + \pi r^2) . \frac{h}{2}.$$

$$k = \pi (D^2 + d^2) . \frac{h}{8}.$$

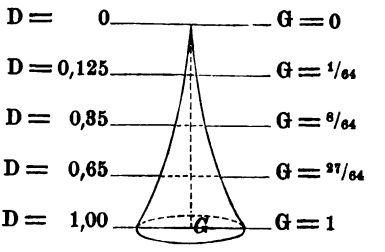
$$k = \frac{(G+g)}{2} h = (G+g) \frac{h}{2}.$$

$$k = y . h.$$

$$k = (G + 4y + g) \frac{h}{6}.$$

$$k = (3 G_1 + g) \frac{h}{4}.$$

Keilsid.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{4}.$$

$$k = \frac{\pi D^2 . H}{16}.$$

$$k = \frac{G . H}{4}.$$

$$k = 2y . H.$$

Stutzkegel.

$$k = \frac{\pi . h}{4} (R^2 + \sqrt[3]{R^4 r^2} + \sqrt[3]{R^2 . r^4} + r^2).$$

$$k = \frac{\pi h}{16} \left[D^2 + \sqrt[3]{D^2 . d^2} (\sqrt[3]{D^2} + \sqrt[3]{d^2}) + d^2 \right].$$

$$k = \frac{h}{4} \left[G + \sqrt[3]{G . g} (\sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{g}) + g \right].$$

$$k = (G + 4y + g) \frac{h}{6}.$$

vorausgesetzt — nach Entstehungsart, Alter, Standort und einer mehr oder weniger gedrängten Stellung. Deßhalb bildet auch die vom Fuße nach dem Gipfel laufende Seite des Stammes selten, wie bei dem gemeinen Kegel oder der Walze, eine gerade, sondern meist eine mehr oder weniger ausgebauchte, selten, und dann nur am unteren Stammtheile, eine eingebauchte Linie. Die Baumschäfte fallen daher hinsichtlich ihrer Form und ihres Inhaltes zwischen die Walze und den gemeinen Kegel, selten (höchstens bei ganz jungen Stämmchen ausnahmsweise) zwischen letzteren und den paraboliſch eingebauchten Kegel.

Nach allen bis jetzt vorliegenden Untersuchungen läßt sich das Gesetz der Schaftform in keine engeren Grenzen zwängen. Kein Mensch ist im Stande nach dem bloßen Augenmaße genau anzugeben, ob ein zu kubirender Stamm die Form eines geradseitigen, eines ausgebauchten oder eingebauchten Kegels besitzt, d. h. ob er einer der im vorigen Paragraphen betrachteten Form angehört. Wäre letzteres der Fall, dann ließen sich unsere Stämme nach jenen Formeln auf das genaueste kubiren. Da aber die Baumschäfte zwischen dem Abschnittspunkte am Stocke und zwischen dem oberen Abschnitt oder Gipfel streckenweise bald gerade, bald etwas eingebauchte und ausgebauchte Seitenlinien besitzen, so ist eher anzunehmen, daß ein und derselbe Stamm verschiedene Formen abgestutzter Kegel repräsentirt. Hierin liegt nun die Schwierigkeit, einen ganzen oder entgipfelten Stamm in einem Stück nach einer der mitgetheilten Formeln zu berechnen. Es ist hiernach in der Mehrheit der Fälle ganz unmöglich, mittelst einer der §. 14. entwickelten Formeln ein Resultat zu erreichen, was dem wirklichen Inhalte des Baumes vollständig entspricht.

Wir wollen nun die Methoden hervorheben, nach welchen man sich dem Stamminhalt, wenn auch mit mehr Umständen, bis auf jeden beliebigen Grad der Genauigkeit nähern kann. Wir handeln:

A. Von der Cubirung aus der faktischen Mittenstärke des Schaftes.

Theilt man den vorher zu entästenden Schaft durch senkrecht zur Schaftaxe zu führende Schnitte in lauter wo möglich gleich lange Stücke oder Sektionen, oder denkt man sich, da der Schaft

nicht immer zerschnitten werden darf, die Schnitte auch nur in Gedanken geführt, so werden die Unregelmäßigkeiten, welche am Schafte als Ganzes betrachtet zu bemerken sind, an den einzelnen Sektionen um so mehr verschwinden, je näher man die Schnitte legt, und man könnte diese Zerlegung unter Umständen so lange fortsetzen, bis man jede Sektion als eine Walze von überall gleichem Durchmesser betrachten könnte. Würde nun jedes einzelne Walzenstück nach der §. 14. A entwickelten Formel $k = G . H$ nach und nach berechnet, so würde man schließlich in der Summe der einzelnen Walzen den Inhalt des ganzen Schaftes mit einer bei dem Rechnungsverfahren überhaupt möglichen höchsten Genauigkeit erhalten. Dieses Verfahren wäre jedoch, namentlich bei stark abfälligen Schäften, wo man die Schnitte vielleicht von $0{,}3^m$ zu $0{,}3^m$ legen müßte, um wirkliche Walzenstücke zu erhalten, schon für wissenschaftliche Untersuchungen, noch mehr aber für die gewöhnlichen Zwecke des forstwirthschaftlichen Betriebes, zu umständlich.

Um das Verfahren abzukürzen, macht man die einzelnen Sektionen des Schaftes länger, betrachtet sie aber dann nicht mehr als Walzen, sondern als abgestutzte ausgebauchte paraboliſche Kegel, deren Inhalt k sich nach §. 14. B. b. am einfachsten und richtigsten ergibt, wenn man ihre Länge h mit der faktischen Mittenquerfläche γ (nicht mit der aus der halben Summe der beiden Enddurchmesser $\frac{D + d}{2}$ berechneten Querfläche) multiplizirt. Man erhält hiernach für den Inhalt jeder Sektion die Formel:

$$k = 0{,}785 . d^2 . h = 0{,}0796 . u^2 . h = \gamma . h,$$

in welchen Formeln k den Inhalt in Kubikmetern, h die Länge der Sektion in Metern, d den Durchmesser und u den Umfang, beide in der Mitte der Sektion und in Metern oder Decimaltheilen desselben gemessen, bedeuten.

Beispiel: Ein 10 Meter langes Schaftstück habe einen mittleren Durchmesser (in der halben Länge gemessen) von $0{,}55^m$, so ist dessen Inhalt

$$k = 0{,}785 . d^2 . h = 0{,}785 . 0{,}55^2 . 10$$
$$= 0{,}238 . 10 = 2{,}38 \text{ Kubikmeter.}$$

Ganz in derselben Weise würde die Rechnung ausgeführt, wenn statt des Durchmessers der Umfang gemessen worden wäre.

Die Formel $k = \gamma . h$ für die Berechnung des Schaftholzes zeichnet sich durch große Einfachheit aus, sie ist überhaupt die bequemste, welche sich aufstellen läßt. Es fragt sich nur noch, wie weit dieselbe Sicherheit bietet, d. h. wie lang man die Sektionen machen darf, ohne einen merklichen Fehler zu begehen. Die Beantwortung dieser Frage hängt natürlich allein von dem bei der Stammkubirung beabsichtigten Genauigkeitsgrade ab. Suchen wir uns daher zuvor diesen wichtigen Gegenstand klar zu machen.

Wie aus §. 14 hervorgeht, ist die Formel $k = \gamma . h$ nur unter der Voraussetzung richtig, daß das Schaftstück eine Walze oder ein ausgebauchtes abgestutztes Paraboloid ist. Wäre das Schaftstück ein gemeiner Stutzkegel, und man wollte ihn aus seiner Mittenquerfläche und Höhe kubiren, so würde man dessen Inhalt um $\frac{1}{12}$ der Walze der Endstärkendifferenz $(D - d)$ zu klein finden (§. 14. B. a.). Bei eingebauchter Form findet man den Inhalt nach Formel $k = \gamma . h$ ebenfalls etwas zu klein. Nun aber ist klar, daß, wenn man die Sektionen so lange macht, daß die beiden Endstärken keine beträchtlichen Differenzen zeigen, $\frac{1}{12}$ der dieser Endstärkendifferenz entsprechenden Walze als eine für unsere wirthschaftlichen Zwecke verschwindend kleine Größe betrachtet werden kann, d. h. es wird kein merklicher Fehler begangen, wenn man nach der Formel $k = \gamma . h$ auch kürzere Schaftstücke kubirt, welche einem abgestutzten gemeinen Kegel angehören. Wir bemerken jedoch ausdrücklich, daß eine Menge Kubirungen an Schaftstücken (Klotz- und Langholz) als Resultat ausgebauchte Formen ergeben haben.

Es liegt weiter die Wahrnehmung vor, daß für die gewöhnlichen wirthschaftlichen Zwecke, z. B. für die Berechnung der Fällungsergebnisse des jährlichen Stammholzes in den Schlägen, man schon Stämme bis zu einer sehr beträchtlichen Länge aus einer einzigen Mittenstärke ohne merklichen Fehler berechnen kann, wenn dieselben gerade keine auffallenden Unregelmäßigkeiten zeigen *).

*) Die von dem k. k. Finanzministerium in Wien herausgegebenen und nach obiger Formel berechneten Kubiktabellen vom Jahre 1858 schreiben z. B. vor, daß in Gegenden und bei Holzsortimenten, für welche der Holzpreis eines Kubik-

Sind jedoch die Stämme schon sehr lang, oder nehmen die Durchmesser vielleicht nach oben plötzlich stark ab, so berechnet man sie besser aus zwei Mittenstärken. Es geschieht solches am einfachsten dadurch, daß man die Schäfte in zwei gleich lange Sektionen sich zerlegt denkt, deren Mittenstärken man erhält, wenn man sowohl vom oberen als unteren Ende des Stammes nach der Mitte hin $\frac{1}{4}$ der Gesammtlänge abmißt und daselbst die Stärkenmessung vornimmt.

Beispiel: Ein Stamm habe eine Länge von 20^m, bei 5^m über der unteren Schnittfläche einen Durchmesser von $0{,}60^m$ und bei 5^m unter der oberen Schnittfläche einen Durchmesser von $0{,}32^m$, so ist dessen Inhalt, wenn man den Stamm in zwei gleiche Hälften getheilt sich vorstellt:

$$k = 0{,}785 \,.\, 0{,}60^2 \,.\, 10 + 0{,}785 \,.\, 0{,}32^2 \,.\, 10 =$$
$$= 0{,}283 \,.\, 10 + 0{,}08 \,.\, 10 = 2{,}83 + 0.80 = 3{,}63 \text{ Kubikmeter.}$$

Es unterliegt keinem Zweifel, daß man nach diesem Verfahren den Inhalt öfters etwas fehlerhaft finden wird, aber es liegt auch wieder die Erfahrung vor, daß sich diese Differenzen im Ganzen ziemlich ausgleichen, der Holzverkäufer daher keine Verluste zu tragen hat.

Es liegen bereits eine Reihe von Versuchen über die Brauchbarkeit der Formel $k = y \,.\, h$ bei Stammholzkubirungen vor.

Berechnet man den Inhalt nur aus der Mittenstärke, so erhielt:

Riecke	bei 48 Stämmen	zu viel	0,72 %	Schwankungen	— 9,3 bis + 3,6 %.
Preßler	„ 80 „	„ „	1,56 „	„ „	— 9 „ + 1,6 „
Seidenstücker	„ 25 „	„ „	4,33 „	—	— —
Judeich	„ 32 „	„ „	1,32 „	„	— 6,7 „ + 4,8 „
Schaal	„ 300 „	„ „	3,78 „	—	— —
Kunze	„ 10 „	„ „	2,99 „	„	— 13,7 „ + 8,2 „

Dagegen lieferte die Berechnung bei $\frac{1}{4}$ (Untermitte) und $\frac{3}{4}$ (Obermitte) der Länge folgende Resultate:

Preßler	zu wenig	1,53 %	Schwankungen	— 11,9 bis + 7,8 %.
Seidenstücker	„ „	5,53 „	—	— —
Judeich	„ „	0,59 „	„	— 4,9 „ + 5,3 „
Kunze	„ „	1,87 „	„	— 4,2 „ + 5,7 „

---

fußes Stammholz bereits die Höhe von 10 kr. österr. Währung erreicht hat oder übersteigt, Rundhölzer, welche über 30 Fuß lang sind, Behufs der Bestimmung ihres Cubikinhalts, nicht mehr in einem Stücke gemessen werden dürfen. Ebenso sollen Rundhölzer, von welchen dieses nicht gilt, auch dann nicht mehr in einem Stücke berechnet werden, wenn sie die Länge von 60 Fuß übersteigen.

Während die Messungen in einem Stück alle etwas zu hohe Resultate liefern, erhält man bei der Berechnung in zwei gleich langen Sektionen etwas zu kleine Inhalte. Wenn auch bei beiden Methoden die Durchschnittsresultate wenig von einander abweichen, so bewegen sich bei dem zweiten Verfahren die Schwankungen doch in engeren Grenzen.

Nicht nur in der Genauigkeit, sondern auch in der großen Bequemlichkeit, welche die Formel $k = \gamma . h$ bei der praktischen Ausführung bietet, liegt die Ursache, daß dieselbe schon frühe viele Anhänger besaß, daß die meisten neueren Kubiktabellen nach ihr berechnet und auch wohl in allen Staatsforstverwaltungen des deutschen Reichs eingeführt sind.

Huber hat daher diese Formel auch schon im Jahre 1825 als diejenige bezeichnet, nach welcher man den Kubikinhalt der Baumstämme am einfachsten und sichersten erhalte*).

Das Aufschlagen der Kubikinhalte in Tafeln, welche sich auf die Formel $k = \gamma . h$ gründen, ist höchst einfach und die Erhebung der hierzu dienenden Berechnungsfaktoren bequem und sicher, weil man nur die Länge des Schaftes oder der Sektion und die zugehörige Mittenstärke oder den Mittenumfang zu messen nöthig hat. Alle auf anderen Grundlagen ruhenden und bis jetzt veröffentlichten Cubiktabellen sind entweder unbequemer oder ganz unrichtig.

Wünscht man, wie zu taxatorischen oder wissenschaftlichen Zwecken, eine genauere Kubirung, so zerlegt man, in Wirklichkeit oder in Gedanken, je nach Bedürfniß und Zweck, den Stamm in $2^m - 5^m$ lange Sektionen, mißt in der Mitte jeder Sektion die Stärke nach dem Durchmesser, oder bei ganz runder Schaftform wohl auch nach dem Umfang, und schlägt in einer nach Formel $k = \gamma . h$ berechneten Kubiktafel den der Sektionslänge entsprechenden Inhalt auf, addirt die letzteren und erhält in der Summe den Kubikinhalt des ganzen Stammes.

Sind alle Sektionen gleich lang, so kann man auch die den Sektionsmittenstärken entsprechenden Kreisflächen addiren und die Summe mit der Sektionslänge multipliziren, um den Gesammtinhalt des Schaftes

*) Hubers Hülfstafeln für Bedienstete des Forst- und Baufaches zur leichten und schnellen Berechnung des Massengehalts roher Baumstämme. München 1828.

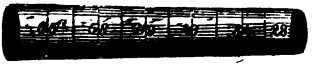
auf einmal zu erhalten; denn bezeichnet man die einzelnen Mittenquerflächen mit $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \ldots . \gamma_n$ und die allen Sektionen gemeinsame Länge mit h, so ist der Inhalt des ganzen Schaftes:

$$k = \gamma_1 . h + \gamma_2 . h + \gamma_3 . h + \gamma_4 . h + \ldots . \gamma_n . h$$
$$= h (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 + \ldots . \gamma_n).$$

Bleibt dann, was nicht selten geschieht, am Ende noch ein Stück übrig, so muß dieses als eine kürzere Sektion noch besonders berechnet und zur vorigen Summe addirt werden.

Beispiel: Ein 28^m langer, und in lauter 5^m lange Sektionen zerlegt gedachter Stamm (Fig. 26) zeigte, vom Stockabschnitte nach dem Gipfel hin, folgende Durchmesser: 65, 58, 49, 41, 34 und das 3^m lange Endstück in der Mitte 28 Centimeter; so ist dessen Inhalt, wenn man in irgend einer Tafel die Stammquerflächen aufschlägt, k = 5 (0,332 + 0,264 + 0,189 + 0,132 + 0,091) + 3 . 0,062 = 5 . 1,008 + 0,186 = 5,226 Kubikmeter.

Fig. 26.



Es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, daß, in allen Fällen, wo die Sektionsmitte auffallende Unebenheiten zeigen sollte, man die Messung der Stärken richtiger an einer entsprechend höher oder tiefer liegenden Stelle vornimmt.

Aeltere Kubiktabellen, darunter solche, welche zum Nachtheile der Forstbesitzer wohl jetzt noch hin und wieder im Gebrauch sind, berechnen die Baumschäfte entweder als geradseitige Kegel, $\left(k = \frac{G . H}{3}\right)$ oder als abgestutzte geradseitige Kegel aus den beiden Endstärken

$$\left(k = \frac{\pi}{12} [D^2 + d^2 + D . d] . h\right).$$

Was die Berechnung der Stämme nach der Formel für den geradseitigen Kegel betrifft, so kann dies Verfahren nur unter der Voraussetzung richtig sein, daß die Schäfte vom Fuß bis zum Gipfel auch gemeine Kegel bilden; da wir aber wissen, daß die meisten Stämme ihrem Inhalte nach zwischen den gemeinen Kegel und die Walze von gleicher Grundfläche und Höhe fallen, so müssen solche Tafeln den Kubikinhalt der Stämme auch um die ganze Ausbauchungsmasse zu klein angeben. Noch fehlerhafter sind aber solche Tafeln, welche die Stämme als eine Walze betrachten, deren Inhalt man erhält, wenn man die der halben Grundstärke angehörige Kreisfläche mit der Länge des Schaftes multiplizirt. Abgesehen davon, daß die Grundstärke des Baumes sich wegen

des Wurzelanlaufs meist nicht genau ermitteln läßt, wird auch nach diesem Verfahren der Bauminhalt noch um $\frac{1}{12}$ der Grundwalze (G . H) zu klein gefunden (§. 14. B. a.).

Diejenigen, welche, wie z. B. Grabner in seinen Kubiktafeln, die entgipfelten Schäfte als abgestutzte geradseitige Kegel aus den beiden Endstärken berechnen, bestimmen den Inhalt, da die meisten Stämme ausgebauchte Formen zeigen, gleichfalls um die Ausbauchungsmasse zu klein. Der Fehler wird natürlich in dem Verhältniß kleiner, als man die Schäfte nach diesem Verfahren wieder nach einzelnen kürzeren Sektionen berechnet. Immerhin bleibt aber auch dann noch — unter sonst gleichen Verhältnissen — das Verfahren hinter der Mittenstärken- oder Huber'schen Methode an Güte zurück, ist aber noch überdies durch weit größere Umständlichkeit ausgezeichnet.

Wird aber, wie dies jetzt wohl nur noch in einzelnen Privatwaldwirthschaften vorkommt, der Stamm in der Art kubirt, daß man ihn als eine Walze betrachtet, deren Inhalt man erhält, wenn man die zur halben Summe der beiden Endstärken $\left(\frac{D+d}{2}\right)$ gehörige Kreisfläche mit der Stammlänge multiplizirt, so erhält man den Stamminhalt nicht allein um die in der Regel vorhandene Ausbauchungsmasse, sondern auch noch um $\frac{1}{12}$ derjenigen Walze zu klein, welche (D — d) zur Stärke hat (§. 14. B. a.). Solche Verfahrungsweisen sind daher unbedingt verwerflich. Wie wir ebenfalls §. 14. B. a. nachgewiesen haben, werden hier die Resultate um so fehlerhafter, je größer die Differenz zwischen dem oberen und unteren Durchmesser des Klotzes wird, d. h., je höher man den Schaft entgipfelt. Man macht hierbei nicht selten die Wahrnehmung, daß man bei ein und demselben Stamme dessen Inhalt kleiner findet, wenn man ihn höher entgipfelt, als wenn man die Entgipfelung an einer tieferen Stelle vornimmt, obgleich sich der Inhalt doch um das Stück zwischen den beiden Entgipfelungspunkten vermehrt hat. Schon König macht in seiner Forstmathematik (Gotha 1842) hierauf aufmerksam, indem er auf Seite 348 in dieser Beziehung sagt: „Diese stereometrische Stümperei, wodurch das Forsteinkommen so bedeutende Massen verliert, ist zur stillen Freude der Stammholzkäufer meist noch im Gebrauche."

B. Von der Kubirung nach einigen andern Formeln.

Obgleich sich auf die soeben betrachtete, von Huber besonders empfohlene, Formel: $k = \gamma . h$ fast alle neueren Kubiktafeln gründen, dieselbe auch, mit gehöriger Umsicht angewendet, für alle Fälle der Praxis und der Wissenschaft ausreicht (so lange es sich um Inhaltsbestimmung mittelst stereometrischer Berechnung

handelt), so haben trotzdem verschiedene Forstmathematiker noch einige weitere Formeln aufgestellt und theilweise zur Kubirung des Schaftholzes empfohlen, von welchen die wichtigsten, da sie immerhin praktisches und wissenschaftliches Interesse bieten, hier kurz mitgetheilt werden sollen.

a) Schon Smalian hat im Jahre 1806 im dritten Hefte von Hartig's Journal für Forst-, Jagd- und Fischerei-Wesen darauf aufmerksam gemacht, daß man den Inhalt der Baumschäfte richtiger nach dem abgestutzten Paraboloid als nach dem gemeinen Kegel berechne.

Da bekanntlich bei dem abgestutzten Paraboloid die Mittenkreisfläche γ gerade so groß ist als das arithmetische Mittel aus der unteren und oberen Kreisfläche G. und g, so kann man statt $k = \gamma \cdot h$ auch setzen:

$$k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h.$$

Nimmt man daher an, daß die Baumschäfte oder deren Theile abgestutzte Paraboloide seien, so findet man deren Inhalt auch, indem man statt der Mittenquerfläche die beiden Endquerflächen G und g bestimmt, diese addirt, durch zwei dividirt und den Quotienten mit der Länge h der Sektion oder des Stammes multiplizirt.

Beispiel: Ein 18^m langer Baumstamm, Fig. 27, enthalte als unteren Durchmesser $0{,}72^m$, als oberen Durchmesser $0{,}34^m$, so ist die dem unteren Durchmesser entsprechende Kreisfläche $G = 0{,}407 \square^m$, die zu dem oberen gehörige $g = 0{,}091 \square^m$, daher nach Formel:

Fig. 27.

$$k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h = \frac{0{,}407 + 0{,}091}{2} \times 18 = \frac{0{,}498}{2} \times 18 = 4{,}482$$

Kubikmeter.

Vorausgesetzt, daß der fragliche Schaft genau die Form eines abgekürzten Paraboloids hat, werden natürlich die Formeln $k = \gamma \cdot h$ und $k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h$ ganz übereinstimmende Resultate liefern.

Beide werden aber auch in der Praxis, wo man es nicht immer mit stereometrischen Formen zu thun hat, in ihren Resultaten um so näher kommen, in je kürzere Sektionen man den Stamm zerlegt oder je kürzer der letztere ist, im Falle man ihn an einem Stücke berechnen wollte.

Immerhin ist aber die Formel $k = \gamma \cdot h$, bei welcher man nur eine Mittenstärke abzugreifen hat, für die Praxis weit bequemer. Die Formel $k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h$ hat aber noch den weiteren Uebelstand, daß nach ihr sowohl die untere wie obere Grundfläche gemessen werden muß. Da beide aber, die eine wegen des Wurzelanlaufes, die andere wegen starker Beastung des Stammes, oft sehr schwer genau zu ermitteln sind, so liefert diese Formel, auf wirkliche Baumkörper angewendet, entschieden fehlerhaftere Resultate, als die Formel $k = \gamma \cdot h$.

Selbstverständlich gewinnt die Kubirung auch hier an Genauigkeit, wenn man sich den Stamm in eine Anzahl gleicher Sektionen zerlegt denkt und die letzteren nach der Formel $k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h$ kubirt und addirt. Nennt man, vom Stockabschnitt anfangend, die den Endflächen der einzelnen Sektionen entsprechenden Kreisflächen G_0, G_1, G_2 .... G_n, und die Sektionslänge h, so ist der Inhalt k des Baumschaftes:

$$k = \left(\frac{G_0 + G_1}{2}\right) \cdot h + \left(\frac{G_1 + G_2}{2}\right) h + \left(\frac{G_2 + G_3}{2}\right) \cdot h \ldots\ldots \left(\frac{G_{n-1} + G_n}{2}\right) h =$$

$$= \frac{h}{2}\left[G_0 + G_n + 2\,(G_1 + G_2 + \ldots\ldots G_{n-1})\right]$$

$$= h\left[\frac{G_0 + G_n}{2} + G_1 + G_2 + \ldots\ldots G_{n-1}\right].$$

Zerlegt man den Baum in eine sehr große Anzahl Sektionen, so liefert diese Formel nahe so gute Resultate als die Formel: $k = (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \ldots\ldots \gamma_n)\, h$. Da aber in ersterer Formel wieder die unterste und oberste Grundfläche G_0 und G^n vorkommt, welche sich aus den bereits angegebenen Gründen nicht immer genau bestimmen lassen, so verliert die Formel um so mehr an Genauigkeit, in je weniger Sektionen der Baum zerlegt wird.

Berücksichtigt man endlich auch noch die größere Einfachheit der letzten Formel, bei welcher die Sektionsdurchmesser in der Mitte abgegriffen werden, so verdient dieselbe entschieden den Vorzug vor der soeben entwickelten.

b) Die Formel von Hoßfeld. Setzt man die Kreisfläche eines Baumstammes in $^1/_3$ seiner Höhe (vom Stockabschnitte aus gemessen) $= G_1$, die obere Endkreisfläche $= g$ und die Länge $= h$, so kann dessen Kubikinhalt k auch nach §. 14. B. a. und b. gefunden werden mittelst:

$$k = \left(\frac{3\,G_1 + g}{4}\right) h = (3\,G_1 + g)\,\frac{h}{4}.$$

Setzt man in obiger Formel $G_1 = \pi\,R_1^2$ und $g = \pi\,r^2$ so geht sie über in:

$$k = (3\,\pi\,R_1^2 + \pi\,r^2).\,\frac{h}{4} = \frac{\pi\,.\,h}{4}\,(3\,R_1^2 + r^2).$$

Will man diese Formel durch den Durchmesser ausdrücken, so braucht man nur $R_1 = \frac{D_1}{2}$ und $r = \frac{d}{2}$ zu setzen, es ist dann:

$$k = \frac{\pi\,.\,h}{4}\left[3\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2\right] = \frac{\pi\,.\,h}{4}\left(\frac{3}{4}\,D_1^2 + \frac{d^2}{4}\right)$$

$$= \frac{\pi\,.\,h}{16}\,[3\,D_1^2 + d^2].$$

Diese Formel hat Hoßfeld in seiner praktischen Stereometrie Seite 123 entwickelt, weßhalb wir sie die Hoßfeld'sche nennen wollen, obgleich sie von demselben nicht zur Anwendung in der Forstwirthschaft empfohlen wurde.

Wie aus §. 14. B. a. und b. hervorgeht, hat diese Formel für den gemeinen und ausgebauchten Kegel ihre Richtigkeit. Da beim Gebrauch derselben nur zwei Stärkenmessungen und eine Längenbestimmung zu machen sind, überdies die mißliche Stärkenmessung an der durch den Wurzelanlauf häufig verunstalteten unteren Querfläche des Baumes hier wegfällt, so verdient dieselbe jedenfalls hinsichtlich ihrer Genauigkeit alle Beachtung.

Beispiel: Ein 15^m langes Schaftstück (Fig. 28) habe in $^1/_3$ der Länge einen Durchmesser $= 0{,}44^m$ und am oberen Ende einen solchen von $0{,}22^m$, so findet man den Inhalt desselben nach Formel:

Fig. 28.

$$k = \frac{h}{4}(3\,G_1 + g) = \frac{15}{4}(3 \times 0{,}152 + 0{,}038) = \frac{15}{4}(0{,}456 + 0{,}038) =$$

$$= \frac{15}{4} \times 0{,}494 = 1{,}852 \text{ Kubikmeter.}$$

Die Resultate, welche diese Formel bei der Kubirung entgipfelter Stämme liefert, sind etwas genauer als diejenigen der Formel $k = \gamma \,.\, h$. So fand z. B. Riecke bei 48 Stämmen nur 0,73 Procent zu wenig, mit Schwankungen von — 6,4 bis + 1,4 Procent. Die Unterschiede sind jedoch so groß nicht und da die Hoßfeld'sche Formel die Messung von zwei Durchmessern beansprucht, während man bei Formel $k = \gamma \,.\, h$ nur einen Durchmesser gebraucht, so wird man letzterer doch wenigstens für wirthschaftliche Zwecke den Vorzug vor allen anderen einräumen müssen.

Setzt man in der Hoßfeld'schen Formel $k = (3\,G_1 + g)\frac{h}{4}$ die obere Grundfläche $g = 0$, so geht dieselbe in die Formel für den Vollkegel d. h. unentgipfelten Stamm über und man erhält:

$$k = \frac{3}{4}\,G_1 \,.\, H = 0{,}75\,G_1 \,.\, H.$$

Diese Formel gibt, wie wir gesehen haben, den Inhalt für den gemeinen und paraboliſchen Kegel genau, für das Neiloid mit einem ganz geringen Fehler. Da man bei dieser Formel nur einen Durchmesser in $^1/_3$ der gesammten Stammlänge und zwar gerade an einer Stelle zu messen hat, wo der Schaft am aller regelmäßigsten gewachsen ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dieselbe für unentgipfelte Stämme nicht nur die einfachste, sondern auch die genaueste sein muß. Daß dieselbe auch sehr gut zur Kubirung stehender Schäfte verwendet werden kann, werden wir später sehen.

c) Die Formel von Riecke. Aus der Seite 52 und 53 gegebenen Uebersicht der wichtigsten Kegelformeln folgt, daß, wenn h die ganze Länge eines Schaftes, g die obere, γ die mittlere und G die untere Kreisfläche desselben bedeutet, man sowohl für den geradseitigen als paraboliſch ausgebauchten und eingebauchten Kegel den Inhalt gleich richtig nach der Formel:

$$k = (G + 4\,\gamma + g)\,\frac{h}{6}$$

erhält. Da diese Formel daher für alle drei Kegelformen richtig ist, so

kann man sich bei Anwendung derselben von der Kegelform unabhängig machen, und es ist klar, daß dieselbe vorzügliche Resultate liefern muß, weßhalb sie auch Riecke in seiner Schrift „über die Berechnung des körperlichen Inhaltes unbeschlagener Bäume" neben der Hoßfeld'schen Formel sehr empfiehlt. Immerhin setzt die Formel die Messung von drei Durchmessern und darunter auch den immer etwas zweifelhaften unteren und oberen Durchmesser voraus. Für die gewöhnlichen Bedürfnisse möchten wir daher auch wieder der Formel $k = \gamma \cdot h$, wegen ihrer großen Einfachheit den Vorzug geben.

Beispiel: Es sei h (Fig. 29) $= 20^m$, der Durchmesser am unteren Ende $= 0{,}64^m$, am oberen Ende $= 0{,}36^m$ und in der Mitte $= 0{,}52^m$, also $G = 0{,}322\square^m$; $\gamma = 0{,}212\square^m$ und $g = 0{,}102\square^m$, so ist:

Fig. 29.

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g) = \frac{20}{6}(0{,}322 + 4 \cdot 0{,}212 + 0{,}102) =$$

$$= 1{,}272 \times \frac{20}{6} = 4{,}24 \text{ Kubikmeter.}$$

Setzt man $g = o$, so erhält man wie bereits §. 14. B. b. nachgewiesen wurde, die Formel für den unentgipfelten Stamm,

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma)$$

welche sich in der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung 1830, Seite 306, schon mitgetheilt und empfohlen findet. Wir geben jedoch für unentgipfelte Stämme der Hoßfeld'schen Formel $k = 0{,}75 \cdot G_1 \cdot H$ unbedingt den Vorzug.

d) Die Formel von Simpson*) (Simpson'sche Regel). Sie ist nur eine wiederholte Anwendung der so eben abgehandelten und von Riecke empfohlenen Formel und läßt sich aus dieser auch wie folgt, ableiten:

Man theile den Stamm (Fig. 30) in eine gerade Anzahl gleicher Sektionen, ermittle deren Querflächen an beiden Enden

*) Dieselbe hat ihren Namen von dem englischen Mathematiker Thomas Simpson, welcher dieselbe in seiner Mathematical Dissertations (London 1743) zuerst angab und empfahl. Diese Formel kann der Berechnung von Flächen, wie von Körpern dienen.

Fig. 30.

(g^1 und g^9), sowie an allen übrigen Theilpunkten (g^2, g^3, g^4.. g^8), bezeichne ferner die Länge einer Sektion mit h, so ist nach der Riecke'schen Formel:

$$k = \frac{2h}{6}(g^1 + 4g^2 + g^3) + \frac{2h}{6}(g^3 + 4g^4 + g^5) + \frac{2h}{6}(g^5 + 4g^6 + g^7) + \frac{2h}{6}(g^7 + 4g^8 + g^9)$$

$$= \frac{2h}{6}(g^1 + 4g^2 + g^3 + g^3 + 4g^4 + g^5 + g^5 + 4g^6 + g^7 + g^7 + 4g^8 + g^9) =$$

$$\frac{h}{3}[g^1 + g^9 + 4(g^2 + g^4 + g^6 + g^8) + 2(g^3 + g^5 + g^7)].$$

Setzt man nun in dieser Formel die Summe der beiden Endquerflächen $g^1 + g^9 = A$, ferner die Summe aller Querflächen mit geraden Zeigern = B und die Summe aller Querflächen mit ungeraden Zeigern = C, so ist:

$$k = \frac{h}{3}(A + 4B + 2C)$$

die Simpson'sche Formel, welche in Worten ausgedrückt, wie folgt lautet:

Man nehme die Endflächen (etwa in Quadratmetern ausgedrückt) **einfach**, die Summe der Querflächen mit **geraden** Zeigern **vierfach** und die Summe der Querflächen mit **ungeraden** Zeigern **zweifach**, addire alle diese Produkte und multiplizire die ganze Summe mit dem dritten Theile der Sektionslänge, so ergibt sich der Kubikinhalt des Stammes.

Beispiel: Ein Stamm, Fig. 30, wurde in 8 gleich lange 2meterige Sektionen zerlegt und es ergaben sich in den Theilungspunkten die nachfolgenden Durchmesser: 0,48; 0,45; 0,43; 0,40; 0,39; 0,37; 0,34; 0,29 und 0,25^m, mit den zugehörigen Kreisflächen: $g^1 = 0{,}181$; $g^2 = 0{,}159$; $g^3 = 0{,}145$; $g^4 = 0{,}126$;

$g^5 = 0{,}119$; $g^6 = 0{,}108$; $g^7 = 0{,}091$; $g^8 = 0{,}066$; $g^9 = 0{,}049$, der Kubikinhalt ergibt sich hiernach:

Kreisfläche $g^1 = 0{,}181 \square^m$
„ $g^9 = 0{,}049$ „
Summe $= 0{,}230$ „ ; einfach $= 0{,}230 = A.$

„ $g^2 = 0{,}159 \square^m$
„ $g^4 = 0{,}126$ „
„ $g^6 = 0{,}108$ „
„ $g^8 = 0{,}066$ „
Summe $= 0{,}459$ „ ; vierfach $= 1{,}836 = 4\,B.$

„ $g^3 = 0{,}145 \square^m$
„ $g^5 = 0{,}119$ „
„ $g^7 = 0{,}091$ „
Summe $= 0{,}355$ „ ; zweifach $= 0{,}710 = 2\,C.$

Mithin $k = \frac{h}{3}(A + 4\,B + 2\,C) = \frac{2}{3}(0{,}230 + 1{,}836 + 0{,}710)$

$= \frac{2}{3} \times 2{,}776 = \frac{5{,}552}{3} = 1{,}851$ Kubikmeter.

Da auch diese Formel, wie die Riecke'sche, für die drei verschiedenen Kegelformen richtig ist, so muß sie selbstverständlich auch sehr genaue Resultate liefern, und dieses um so mehr, in je mehr Sektionen man den Baum sich zerlegt denkt. Natürlich empfiehlt sich die Simpson'sche Formel für den gewöhnlichen praktischen Dienst nicht, sondern kann wegen ihrer Umständlichkeit nur da angewendet werden, wo es sich um ganz genaue Resultate, oder um die Prüfung der Güte einer anderen Formel handelt.

C. Schlußbemerkungen über die verschiedenen Kubirungsmethoden.

Für das Sektionsverfahren haben wir nun im Ganzen folgende drei Formeln aufgestellt:

$$k = h(\gamma . + \gamma^2 + \gamma^3 + \gamma^4 + \ldots . \gamma^n) \quad \ldots . \quad 1.$$

$$k = h\left[\frac{G_o + G_n}{2} + G_1 + G_2 + G_3 + \ldots G_{n-1}\right] \ldots . \quad 2.$$

$$k = \frac{h}{3}(A + 4\,B + 2\,C) \quad \ldots \ldots \quad 3.$$

Zerlegt man nun den Stamm in eine sehr große Anzahl Sektionen, so liefern alle drei Formeln nahezu ganz dieselben Resultate. Da aber Formel 1 nur eine einfache Summirung mittlerer Kreisflächen erfordert, während bei Formel 2 zwei Gruppen, bei Formel 3 sogar drei Gruppen von Kreisflächen gebildet werden müssen, so geben wir der Formel 1 unbedingt bei Einhaltung des Sektionsverfahrens den Vorzug. Begnügt man sich mit einer geringeren Anzahl Sektionen, so wird die Formel 2 aus den bereits angegebenen Gründen immer ungenauer, während Formel 3 noch bessere, Formel 1 aber auch hier die genauesten Resultate liefern wird.

Für den höchsten Genauigkeitsgrad wird man die Sektionen nicht unter zwei Meter lang machen dürfen, bei 3—5^{m} langen Sektionen sind jedoch die Werthe ebenfalls noch sehr zuverläßig.

Will man die Stämme in einem Stück berechnen, so erweist sich für die forstliche Praxis für abgestutzte Schäfte die Formel $k = \gamma . h$ als die einfachste, während für unentgipfelte Schäfte unbedingt die Formel $k = 0{,}75 . G_1 . H$ den Vorzug verdient.

D. Kubirung der Stammabschnitte oder des Klotzholzes aus Länge und Oberstärke.

Da der Werth des Klotzholzes, insbesondere wenn es zu Schnittwaaren verwendet wird, nicht nur vom Kubikinhalt, sondern namentlich auch vom oberen Durchmesser abhängt, und weil man in Nadelholzrevieren, in welchen der Klotzholzanfall ein sehr großer ist, häufig schon vor der Kubirung eine größere Stammzahl in Schichten zusammen rollt, und aus diesem Grunde nachher die mittleren Durchmesser nicht mehr gut abgreifen kann, so werden in einigen Forsthaushalten die Kubikinhalte des Klotzholzes aus Oberstärke und Länge ermittelt. Um zugleich auch Erfahrungen über den Werthzuwachs der Stämme zu sammeln, vereinigt man in eine Schichte oder Rolle nur Klötze von gleicher Länge und nahezu gleicher Oberstärke. Zur Erleichterung der Kubirung bedient man sich besonderer Tafeln, die sich auf eine größere Anzahl mit aller Sorgfalt ausgeführter Kubirungen gründen. Die ersten derartigen Tafeln wurden von Forstdirektor Burckhardt und der K. Sächsischen Forstverwaltung, bei welcher jetzt noch diese Art

der Kubirung üblich ist, veröffentlicht. In neuester Zeit hat auch Professor M. Kunze in Tharand Massentafeln für Fichten- und Kiefern-Nadelholzklötze herausgegeben, welche aus 25,909 nach dem Sektionsverfahren gemessenen Fichten und 12,270 Kiefern hervorgegangen sind und sich ebenfalls auf Länge und Oberstärke beziehen.

Handelt es sich um die Aufstellung solcher Tafeln, so muß man zuvor möglichst viele Klötze nach dem Sektionsverfahren kubiren, hierauf die Inhalte aller Stücke von gleicher Länge und gleichem oberen Durchmesser addiren und die Summe durch die Anzahl aller zusammengehörigen Stücke dividiren. Man erhält so in dem Quotienten den mittleren Inhalt eines Klotzes der betreffenden Länge und oberen Stärke, welcher meist noch mit kleineren oder größeren Fehlern behaftet sein wird, je nachdem der Durchschnitt aus einer kleineren oder größeren Anzahl Stämme hervorging. Diese Unregelmäßigkeiten erkennt man leicht daran, daß, bei gleichen Längen der Klötze, die Differenzen der nach der Stärke aufeinander folgenden Inhalte keine gesetzmäßig zunehmende Reihe bilden, sondern nicht ganz regelmäßig bald zu, bald wieder etwas abnehmen. Mittelst graphischer Interpolation, oder auch auf dem reinen Rechnungsweg können diese Unregelmäßigkeiten leicht ausgeglichen werden. Bei graphischer Interpolation verfährt man z. B. wie folgt:

Auf eine horizontale Linie trägt man in gleichen Abständen von etwa 1^{cm} zu 1^{cm} die oberen Durchmesser auf; errichtet in den einzelnen Punkten senkrechte Linien, sticht auf diesen die zugehörigen Zahlen für die gefundenen Inhalte ab und verbindet die so erhaltenen Punkte durch einen aus freier Hand geführten Linienzug. Man erhält so eine mit kleinen Unregelmäßigkeiten versehene Kurve, welche dann leicht in eine gesetzmäßige umgewandelt werden kann, wenn man, unter Vermeidung der unnatürlichen Ein- und Ausbiegungen, zwischen diesen eine zweite, sich an die erste möglichst anlehnende richtigere Kurve zieht. Die auf diese oder ähnliche Art gewonnenen Zahlen für die Inhalte der nach Länge und Oberstärke gemessenen Klötze sind aus großen Durchschnitten hervorgegangen und können natürlich auch nur dann annähernd richtige Resultate liefern, wenn man sie wieder zur gemeinschaftlichen Kubirung einer größeren Anzahl Stämme verwendet. Auf den einzelnen

Klotz angewendet, können solche Tafeln selbstverständlich nur zufällig einmal ein richtiges Resultat liefern.

Wir ziehen daher auch die Kubirung des Klotzholzes aus Mittenstärke und Länge vor, die für jeden einzelnen Klotz ein befriedigendes Resultat liefert. Wer zum Zwecke einer richtigeren Bestimmung der Preisklassen des Klotzholzes die Messung des oberen Durchmessers für wünschenswerth hält, mag diese immerhin vornehmen, soll aber den Inhalt selbst nur nach Länge und Mittenstärke berechnen.

E. Kubirung der Stangen aus Länge und einem aliquoten constanten Abstand vom Boden.

In der Forstwirthschaft bringt man das Stammholz in der Regel in zwei Hauptrubriken: das Stamm- und Stangenholz. Unter das Stammholz rechnet man Schaftstücke (Klotzholz, Bloche) und ganze entgipfelte Schäfte, welche beide in den meisten Staatsforstverwaltungen mindestens noch einen Mittendurchmesser von 14^{cm} haben müssen; dagegen versteht man unter Stangenhölzer alle schwächeren entgipfelten oder unentgipfelten Schäfte von etwa 2 bis 14^{cm} Mittendurchmesser.

Wenn man nun auch ziemlich einstimmig der Ansicht ist, das Stammholz werde am einfachsten und zweckmäßigsten aus Länge und Mittendurchmesser kubirt, so herrscht doch hinsichtlich der Kubirung des Stangenholzes noch eine große Meinungsverschiedenheit, die auch in den einschläglichen gesetzlichen Bestimmungen der verschiedenen Staatsforstverwaltungen ihren Ausdruck findet, was im Interesse einer gleichmäßigen Behandlung dieses wichtigen Gegenstandes sehr zu beklagen ist. Da sich die Grenze zwischen Stamm- und Stangenholz wissenschaftlich nicht ziehen läßt, die Unterscheidung auch offenbar nur aus Zweckmäßigkeitsgründen gemacht wird, so vermögen wir nicht einzusehen, warum man das Stangenholz nicht wie das Stammholz kubiren will. Daß man hierbei nicht jede einzelne Stange zu kubiren braucht, sondern daß man dieselben nach möglichst gleicher Länge und Stärke in Schichten bis zu 100 und 200 Stück zusammenbringen und gemeinschaftlich berechnen kann, betrachten wir als selbstverständlich. In jeder Schichte ist dann an einer oder mehreren Stangen mittlere Länge und mittlerer

Durchmesser, sowie Stückzahl zu ermitteln, und ein einziger Aufschlag in einer besonders für diesen Zweck berechneten Tafel, gibt dann den Inhalt der ganzen Schichte*). Die Kubirung des Stangenholzes aus Länge und Mittendurchmesser geschieht seit einer langen Reihe von Jahren mit dem besten Erfolge im Großherzogthum Hessen.

In Preußen dagegen werden die Stangen durchweg bei 1 Meter vom Stammende (Stockabschnitt) gemessen und hierher alle Schäfte gerechnet, welche an dieser Stelle unter 14^{cm} Durchmesser haben. Sämmtliche Stangensortimente zerfallen in 8 Klassen und für jede Klasse ist nur ein Kubikinhalt ausgeworfen. So enthält z. B. die IV. Klasse 100 Stück Stangen von 6—7^{cm} Durchmesser und 6—11^{m} Länge mit einem Gesammtinhalt von 2,00 Festmeter. Die Grenzen sind hier sehr weit gezogen, denn offenbar haben 100 Stangen von 6^{cm} Durchmesser und nur 6^{m} Länge einen weit geringeren Inhalt, als 100 Stangen von 7^{cm} Durchmesser und 11^{m} Länge, größere Fehler bei der Kubirung dieses Sortiments sind daher gar nicht zu vermeiden.

Im Königreich Sachsen wird wieder nach anderen Grundsätzen verfahren. Die amtlich ausgegebene Kubiktafel ist betitelt: „Massentafel für Stangenholz nach Unterstärke." Die Unterstärke wird gemessen bei 0,1^{m} über dem Abhiebe und mit Weglassung aller überschießenden Bruchtheilcentimeter. Die Tabelle enthält 8 Stärkeklassen und innerhalb jeder 2 — 3 Längenklassen. Die geringen Stärkeklassen bis zu 6^{cm} Durchmesser sind für die Stückzahlen 10, 50 und 100, die drei höchsten Stärkeklassen für etwas specificirtere Stückzahlen berechnet. Wenn nun auch die Sächsischen Stangenholztafeln frei von den Fehlern der Preußischen Bestimmungen sind, so haben sie doch auch den Nachtheil, daß sie, wie die Klotzholztafeln aus Oberstärke, das Ergebniß großer Durchschnittsberechnungen sind, und deßhalb auf die einzelne Stange angewendet, nur ausnahmsweise richtig sein können.

Wenn es sich um die Aufstellung von Tafeln handelt, die sich auf Länge und Durchmesser in einem konstanten Abstand vom Boden

*) Besonders für diesen Zweck geeignet sind die Hülfstafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts des Bau- und Werkholzes von E. Braun, Großh. Hessischer Oberforstrath, 2. Aufl. Darmstadt 1870.

beziehen, so kann hier selbstverständlich ein ganz ähnliches Verfahren wie bei den Klotzholztafeln, bezogen auf Oberstärke, eingehalten werden. Man wird sich auch hier wieder durch Zusammenfassung von Stangen gleicher Durchmesser und Länge, die man genau kubirt, Mittelwerthe schaffen und die Unregelmäßigkeiten auf dem Wege graphischer Interpolation ausgleichen. Oder man kann auch den aus Unterstärke und Länge der Stange sich ergebenden Walzengehalt (Idealwalze) mit einem erfahrungsmäßig festgestellten Reduktionsfaktor (Formzahl) multipliziren und so den Walzengehalt auf den wirklichen Stangengehalt reduziren.

4. Von der Kubirung des stärkeren Ast- und Gipfelholzes.

§. 16.

Obgleich zum Schafte streng genommen die ganze in senkrechter Richtung aufgewachsene Holzmasse zwischen dem Stock und der äußersten Spitze des Baumes gehört, so findet sich in diesem Sinne doch der Schaft bei den wenigsten Holzarten, eigentlich nur bei der Fichte, Weißtanne und Lärche, vollkommen entwickelt; bei der Kiefer und sämmtlichen Laubhölzern zertheilt sich derselbe in späteren Jahren am oberen Ende in einzelne starke, mehr oder weniger verzweigte, bald regelmäßiger, bald irregulär gewachsene Aeste.

Was daher in §. 15 hinsichtlich der Berechnung des Schaftholzes erwähnt wurde, gilt nur bis zu derjenigen Stelle des Schaftes, an welcher derselbe sich in mehrere Theile (Aeste) zu zerspalten beginnt, oder wo man den weniger werthvollen oder schon so unregelmäßig gewachsenen Gipfel abtrennen muß, weil man ihn nicht mehr wie die unteren Theile berechnen kann.

Was nun die Kubirung des Ast- und Gipfelholzes betrifft, so kann sie bei denjenigen Holzstücken, welche noch regelmäßige walzenförmige Formen bilden, ähnlich wie bei dem Schaftholze erfolgen. Man sortirt zunächst die gröberen Astholzstücke, welche noch annähernd als stereometrische Körper berechnet werden können, von den schwächeren, knotigen, unregelmäßigen Aesten und dem Reisig; zerlegt hierauf die ersteren mit Säge oder Axt in lauter solche

Stücke, daß jedes einzelne als abgekürztes Paraboloid angesehen werden kann, dessen Inhalt sich ergibt, wenn man die mittlere Querfläche mit der Länge des Stückes multiplizirt, und mißt schließlich noch alle mittleren Durchmesser (oder Umfänge) und die Länge jedes einzelnen Stückes. Es bedarf kaum noch der Erwähnung, daß diese Arbeit wesentlich abgekürzt werden kann, wenn man eine Anzahl Stücke, soweit es geht, gleich lang (etwa so lang, wie die ortsübliche Scheitlänge) zu machen sucht und nach gleichen Stärken geordnet zusammen legt. Ebenso dürfen die Durchmesser (oder Umfänge), bei nicht mehr ganz regelmäßigen Stücken, auch nicht immer gerade ganz genau in der Mitte, sondern müssen an jener Stelle abgegriffen werden, wo die wirkliche mittlere Querfläche dem Anscheine nach liegt.

Aus den gemessenen mittleren Durchmessern (oder Umfängen) und den Längen der einzelnen Stücke, werden nun noch die Inhalte berechnet, oder kürzer, aus besonderen Kubiktafeln entnommen. Die Inhalte der einzelnen Stücke schließlich addirt, ergeben den Gesammtgehalt an stärkerem Ast- und Gipfelholz.

Sehr unförmig gestaltete, knorrige, wulstige oder gabelförmige Stücke, werden, wie alle Sortimente unter 7^{cm} Durchmesser, bequemer und richtiger wie das Reis-, Wurzel- und Stockholz nach §. 17 berechnet.

Auf die Bestimmung der Sortimentsverhältnisse eines Baumes kommen wir später zurück.

5. Von der Kubirung des Reis-, Stock- und Wurzelholzes.

§. 17.

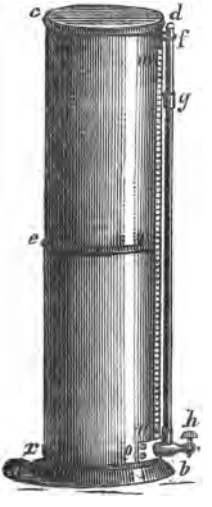
Bei der Kubirung dieser unregelmäßigen Baumtheile müssen an die Stelle mathematischer Formeln physikalische Methoden treten. Es können hierbei verschiedene Wege eingeschlagen werden. Hier betrachten wir jedoch nur die einfachsten und in der Praxis am leichtesten ausführbaren, nämlich:

A. Kubirung mittelst des Xylometers.

Dieses Verfahren gründet sich auf den Satz, daß ein Körper, wie z. B. das Holz, in eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, getaucht, gerade so viel von derselben verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt.

Will man daher den Kubikinhalt einer gewissen Quantität Reis-, Stock- oder Wurzelholz bestimmen, so nehme man den §. 10 beschriebenen Xylometer, Fig. 31, fülle denselben nach seiner Horizontalstellung je nach der Menge des zu untersuchenden Holzes bis zu 1/3 oder 1/2 mit Wasser und lese den Wasserstand an der Skala mn, z. B. p = 152,7 Kubikdecimeter ab. Hierauf bringe man das Holz in den Apparat, drücke es mit den Fingerspitzen oder einem andern Gegenstand ganz bis unter den Wasserspiegel ins Wasser hinab und lese den Wasserstand w, z. B. 173,8 Kubikdecimeter, nun abermals bei g ab, so muß offenbar der Kubikinhalt des eingetauchten Holzes k = w — p = 173,8 — 152,7 = 21,1 Kubikdecimeter sein.

Fig. 31.



Hat man eine größere Menge solchen Holzes zu untersuchen, so muß das Verfahren natürlich so lange wiederholt werden, bis alles Holz untergetaucht ist. Regel ist hierbei, immer so viel Holz als möglich auf einmal in den Xylometer zu bringen, denn je weniger Füllungen des Apparats bei einem gewissen Holzquantum nothwendig sind, um so genauer wird natürlich das Resultat werden. Reisholz bindet man hierbei am besten in Normalwellen, man erhält auf diese Art zugleich den durchschnittlichen Kubikinhalt einer Welle. Der Apparat hat solche Dimensionen, daß man eine Welle bequem in denselben stecken kann.

Stock- und Wurzelholz muß natürlich erst in so kleine Stücke gebracht werden, daß jedes einzelne Stück in den Apparat gesteckt werden kann. Wollte man z. B. den Inhalt eines Raummeters Stockholz ermitteln, so müßte ein solches erst vorschriftsmäßig aufgesetzt, dann wieder auseinander geworfen, von noch etwa an-

hängender Erde befreit, in hinreichend kleine Stücke gespalten, nach und nach unter Wasser getaucht und in der angegebenen Weise weiter behandelt werden. Zur Untersuchung eines Raummeters mit dem Xylometer, Fig. 31, gehören 12—15 Füllungen.

Will man sich mit einem etwas einfacheren Apparate begnügen, so kann man auch das ebenfalls bereits §. 10 beschriebene cylinderförmige Holzgefäß, Fig. 32, verwenden. Man fülle dasselbe mit Wasser und lasse letzteres aus der Abflußröhre so lange ausfließen, bis zuletzt nur noch einige Tropfen kommen und der Wasserspiegel s endlich ganz genau an der Abflußröhre steht.

Fig. 32.

Hierauf wird, nachdem man den in §. 10 beschriebenen einfachen Behälter a unter die Ausflußröhre zum Auffangen des ausfließenden Wassers gestellt hat, das auf seinen Kubikinhalt zu untersuchende Stock-, Ast- oder Reisholz in das Gefäß A getaucht und mit den Fingern oder einem Stäbchen so lange unter den Wasserspiegel gedrückt, bis kein Wasser mehr von A nach a überfließt. Es ist klar, daß nun das in den Behälter a übergeströmte Wasser gleich dem Kubikinhalte des eingetauchten Holzes o sein muß. Wird jetzt die in a befindliche Wassermenge in kleinere Gefäße übergeschüttet, deren Inhalt, ausgedrückt in Litern (Kubikdecimeter) oder Bruchtheilen desselben, man genau kennt, so muß sich der fragliche Inhalt aus der Summe aller gefüllten Gefäße ergeben.

So einfach diese Kubirungsmethode unregelmäßiger Holzstücke auch ist, so erfordert sie unter Umständen doch noch einige Vorsichtsmaßregeln, wenn man ein genaues Resultat erzielen will. Waren nämlich die Holzgefäße A und a, Fig. 32, längere Zeit nicht im Gebrauche, so füllt man sie schon mehrere Stunden vorher mit Wasser, damit sich die leeren ausgetrockneten Poren und Zwischenräume der Gefäße wieder ausfüllen und während der Arbeit dann durchaus keine Volumveränderung zeigen. Das Stockholz muß sorgfältig von der öfter zwischen den Wurzeln sitzenden Erde und von Steinen befreit werden; die Reiser der Laubhölzer und der Lärche werden im blattlosen Zustande, die übrigen Nadelhölzer sammt den Nadeln der Kubirung unterzogen, weil diese Sortimente

in diesem Zustande veräußert werden. Luftblasen, welche sich bei dem Eintauchen an die Holzsortimente anhängen, müssen durch Umrühren u. s. w. entfernt werden.

Ein anderes mit dem vorhin beschriebenen im Wesen übereinstimmendes Verfahren besteht darin, daß man die zu untersuchenden Holzstücke schon vorher in ein leeres wasserhaltendes Gefäß legt, dessen Inhalt an einer gewissen Stelle genau bekannt ist. Gießt man nun mit ebenfalls ihrem Inhalte nach bekannten kleineren Gefäßen so viel Wasser über das Holz, bis der Wasserspiegel ganz genau an der betreffenden Stelle steht und das Holz gänzlich bedeckt ist, so ergibt sich offenbar der Inhalt der Holzstücke x, wenn man von dem Inhalte des größeren Gefäßes A, bis zur Stelle des Wasserspiegels, die Summe des eingegossenen Wassers a abzieht, d. h. es ist

$$x = A - a.$$

B. Kubirung durch Gewichts-Bestimmung des Holzes.

Ist der Inhalt unregelmäßiger Holzstücke schon an größeren Quantitäten zu bestimmen, so erfordert das Aichen doch verhältnißmäßig viel Zeit, abgesehen davon, daß man nicht überall Wasser im Walde in genügender Menge vorfindet. In einem solchen Falle schlägt man folgenden Weg ein, der nahezu, wenn nicht ganz, dasselbe Resultat liefert.

Man bestimmt das Gewicht Q des sämmtlichen zu untersuchenden Holzes gleichen Sortiments und gleicher Holzart; ebenso das Gewicht q einiger charakteristischen Probestücke und ermittelt mittelst Aichung deren Volumen v. Da sich nun nach §. 9 für einen und denselben Körper die Volumina v und V, wie die zugehörigen Gewichte q und Q verhalten, so muß sich das Volumen V des zu untersuchenden Holzes nach folgender Proportion ergeben:

$$q : Q = v : V \text{ oder } V = \frac{Q}{q} \times v.$$

Beispiel: 100 Stück Buchenreisholzwellen von 1 m Länge und 1 m Umfang wogen Q = 2728 Kilogramm, 1 Welle zeigte ein Gewicht von q = 26,7 Kilogramm und ergab durch Aichung einen Inhalt v = 25,5 Liter, so ist der Inhalt V der 100 Wellen:

$$V = \frac{Q}{q} \times v = \frac{2728}{26{,}7} \times 25{,}5 = 102{,}17 \times 25{,}5 = 2605 \text{ Liter} =$$
$$= 2{,}605 \text{ Kubikmeter.}$$

In ganz ähnlicher Weise kann man auch das Gewicht eines Kubikmeters Holz der fraglichen Gattung bestimmen, im vorstehenden Beispiel = 1047 Kilo, und mit diesem Gewicht in das Gewicht der gesammten Holzmasse dividiren, man erhält so die Anzahl Kubikmeter wie vorhin $= \frac{2728}{1047} = 2{,}605$.

Lassen sich aus dem zu untersuchenden Reisholz einige charakteristische Probestücke mit stereometrischer Form auffinden, so kann man dieselbe auch nach Formel $k = \gamma . h$ kubiren und die Aichung erscheint dann überflüssig. Daß bei der Kubirung so schwacher Reisholzstücke aber mit aller Vorsicht verfahren werden muß, bedarf keines näheren Beweises. Ein Messen der Durchmesser oder Umfänge bis auf Millimeter ist dabei unerläßlich. Im Uebrigen erleidet das Verfahren keine Aenderung. Wäre das spezifische Gewicht des zu untersuchenden Holzes bekannt, so erhält man natürlich auch den Inhalt desselben durch Division des absoluten Gewichtes durch das spezifische Gewicht.

Das Gewicht des Holzes ist je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, dem Standorte, dem Alter, Gesundheitszustande, den verschiedenen Sortimenten (Scheit-, Prügel-, Reis- und Stockholz), den verschiedenen Fällungszeiten mehr oder weniger beträchtlichen Schwankungen unterworfen, so daß es unmöglich ist, nach der Gewichtsmethode genaue Resultate zu erhalten, wenn man, wie von manchen Seiten vorgeschlagen wurde, für jede Holzart nur ein Durchschnittsgewicht zu Grunde legt. Es ist vielmehr nöthig, daß in verschiedenartigen Beständen, namentlich wenn die Inhaltsbestimmungen in verschiedene Jahreszeiten fallen, die Gewichtsbestimmungen immer wieder wiederholt werden. Nur wer sich mit einem beiläufig richtigen Resultate zufriedenstellt, kann von solchen Durchschnittsgewichten Gebrauch machen.

Burckhardt theilt in seinen Hülfstafeln für Forsttaxatoren, Hannover 1873, folgende Holzgewichtstafel mit. Die Grüngewichte sind Mittelzahlen aus in Hannover und anderwärts angestellten Untersuchungen, die Mittelzahlen für Trockengewichte sind meist Nördlinger entlehnt.

Holzgewichtstafel.

Berindete Holzmasse, Gewicht pro Festmeter in Centnern.

Holzart.	Grüngewicht pro Festmeter		Luft-Trockengewicht pro Festmeter
	Derbholz incl. Stockholz	Reisholz	
	Centner	Centner	Centner
Eiche	20,9	20,1	15,2
Buche und Hainbuche .	20,1	20,1	14,8
Ahorn, Ulme, Esche . .	18,9	17,7	13,6
Birke	18,5	18,5	12,3
Akazie	18,1	18,1	14,4
Schwarzerle	17,3	17,3	10,4
Linde, Pappel, Weide .	16,1	16,1	9,6
Hasel	19,3	19,3	12,4
Fichte	16,1	18,1	9,6
Tanne	16,9	18,1	9,6
Lärche	16,9	18,1	12,0
Kiefer	18,5	16,9	10,4
Weymouthskiefer . .	14,0	16,1	8,4

C. Kubirung nach Prozenten des Schaftholzes.

Für viele Taxationszwecke, namentlich für die Holzmassenaufnahme großer Waldkomplexe, dürften die unter A und B beschriebenen Verfahren schon zu umständlich und zeitraubend sein. Man wird daher für diese Zwecke die Stock- und Reisholzmassen meist schon hinreichend genau finden, wenn man sich Zahlen ermittelt, welche die Verhältnisse dieser Sortimente zu dem Schaftholzgehalte angeben. Zur Sammlung derartiger Verhältnißzahlen geben die jährlichen Fällungsergebnisse in den Holzschlägen genugsame Gelegenheit, nur muß man bei dem Gebrauch derartiger Zahlen die Einflüsse gebührend in Rechnung ziehen, welche Standort, Schluß, Alter u. s. w. äußern.

Häufig genügt es auch, das Reisholz nur in Wellen (Gebunde) von der gesetzlich vorgeschriebenen Form zu bringen, das Stockholz in die üblichen Verkaufsmaße (Raummeter) aufzusetzen und nur die Zahl der Gebunde oder Raummeter anzugeben. Da ferner in vielen Staaten durch vielfache Versuche der wirkliche Kubikinhalt (Derbgehalt) solcher Maße ermittelt wurde, so kann man auch umgekehrt

aus der Zahl der Gebunde oder Raummeter auf den Kubikinhalt selbst schließen.

Dieser Gegenstand gehört übrigens mehr in die Massenaufnahme ganzer Bestände und werden wir daher später auf denselben nochmals zurückkommen.

6. Von der Ermittlung der Rindenmasse.

§. 18.

Die Rinde verschiedener Holzarten wird zum Gerben, Färben, aber auch zum Brennen verwendet und bildet einen gesuchten Handelsartikel. Untersuchungen über den Rindengehalt dienen zur Veranschlagung der z. B. in Eichenschälwaldungen zu erwartenden Rindenquantitäten, aber auch zur Bemessung der Volumsverminderung, welche in Folge der Entrindung des Holzes entsteht.

Versuche der Art nimmt man am besten in der Saftzeit vor, in welcher sich die Rinde leicht von dem Holze ablösen läßt. Da der Rindengehalt des Stock-, Wurzel- und Reisholzes verhältnißmäßig gering, überdies auch nur schwierig und mit zu großem Kostenaufwande zu gewinnen ist, so beschränkt man sich meist nur auf die Berechnung der Schaft- und stärkeren Astrinde. Das hierbei einzuhaltende Verfahren kann ein verschiedenes sein:

a) Man zerlegt den Schaft und die Aeste, welche geschält werden sollen, in eine Anzahl wo möglich gleich lange Sektionen, mißt deren mittlere Umfänge und Längen, und berechnet aus diesen Faktoren auf bekannte Weise den Kubikinhalt der fraglichen Stammtheile. Hierauf werden alle Sektionen des Baumes entrindet, alle mittleren Umfänge genau an derselben Stelle von Neuem gemessen, und der Kubikinhalt der nun entrindeten Sektionen mit den früheren Längen, aber den kleineren Umfängen, nochmals berechnet. Zieht man nun den Inhalt der entrindeten Baumtheile von dem der nicht entrindeten ab, so erhält man den fraglichen Rindengehalt. Betrug z. B. die Masse des Holzes mit Rinde 20 Kubikmeter, die Masse des geschälten Holzes aber nur 18 Kubikmeter, so ist der Rindenbetrag $20 - 18 = 2$ Kubikmeter.

Eine Zerlegung des Schaftes und der Aeste in kürzere Sektionen ist nöthig, weil der Rindenring keineswegs an allen Stellen des Baumes eine gleiche Breite besitzt. Ueberhaupt kann hier nicht ge-

nug hervorgehoben werden, daß wegen der geringen Rindenringbreite die Messung der mittleren Umfänge auf das sorgfältigste und mit Beachtung selbst geringer Bruchtheile geschehen muß, im Falle man sich vor groben Fehlern sicher stellen will.

b) Hat man Zeit und Gelegenheit, das Holz vor und nach der Entrindung unter Wasser zu tauchen, d. h. das im §. 17, A beschriebene Verfahren anzuwenden, so dürfte man jedenfalls noch zuverlässigere Resultate erlangen. Auch das Gewichtsverfahren, §. 17, B, kann auf die Kubirung der Rinde analoge Anwendung finden.

c) Im Großen läßt sich der durch das Entrinden des Holzes erfolgende Volumenabgang auch dadurch feststellen, daß man eine größere Anzahl Verkaufsmaße (Raummeter) in der Rinde aufsetzen, hierauf die Entrindung sämmtlichen Holzes vornehmen und wieder von Neuem aufklaftern läßt. In der Differenz zwischen der früheren und jetzigen Raummeterzahl erhält man den Rindenbetrag, mithin auch den Abgang an Holz.

Häufig wird auch, wie bei Eichenglanzrinde, statt der Kubikmasse der Rinde, nur das Gewicht derselben und zwar in frischem oder trockenem Zustande verlangt. Das Verfahren besteht dann in einer einfachen Wägung der vorhandenen Rinde. Die verschiedenen hierbei einzuschlagenden Methoden werden in der Forstbenutzungslehre abgehandelt. Immerhin muß aber auch dann noch durch Versuche festgestellt werden, welchen Inhalt ein Centner frische und lufttrockene Rinde besitzt, um das Ergebniß an Rinden-Centnern auf Festmeter reduziren zu können.

7. Von der Kubirung der Bäume nach Sortimenten.

§. 19.

Seither wurde nur davon gehandelt, wie man den Kubikinhalt eines liegenden Baumes überhaupt bestimmen kann. Die Frage, welcher Theil dieser Masse auf Bau-, Werk- und Nutzholz, welcher auf Scheit-, Prügel-, Reis- und Stockholz kommt, ist noch nicht beantwortet, und doch hat dieselbe doppeltes Interesse.

Einmal haben diese Sortimente meist sehr verschiedene Werthe und Verwendungszwecke, sodann ist aber auch der Kubikinhalt eines gewissen Raummaßes derselben, z. B. eines Raummeters, wie wir

im folgenden Paragraphe zeigen werden, sehr verschieden, so daß eine Trennung des Holzes nach Sortimenten dringend nothwendig ist.

Denjenigen Theil eines Baumes oder Bestandes, welcher auf Bau-, Werk- und Nutzholz kommen dürfte, mit einiger Verläßlichkeit vorausbestimmen zu wollen, ist in der Regel ganz unmöglich, weil dies vorzugsweise von den Absatzverhältnissen und lokalen Umständen abhängt. Der Bau einer neuen Straße oder Eisenbahn, die Errichtung eines holzverzehrenden Gewerbes, die Eröffnung einer neuen Wasserstraße u. s. w. bewirkt oft einen vollständigen Umschwung der Absatzverhältnisse nach Masse und Sortimenten. Man begnügt sich daher in der Regel damit, die Bau-, Werk- und Nutzhölzer denjenigen Brennholz-Sortimenten einzuverleiben, zu welchen sie ihrer Stärke nach gehörten, wenn sie als Brennholz abgesetzt werden müßten.

Um nun die Brennholz-Sortimente eines Baumes zu bestimmen, muß man zunächst wissen, bis zu welcher Stärke die Rundholzstücke für Scheit-, Prügel- und Reisholz genommen und wie hoch der Stock über dem Boden abgeschnitten werden soll. Seither ertheilte fast jede Staats- und größere Gemeinde- und Privat-Forstverwaltung in dieser Richtung bestimmte Vorschriften, welche innerhalb des fraglichen Waldgebietes eingehalten werden mußten. In Zukunft wird es wohl zu einer Einigung der verschiedenen Staatsforstverwaltungen des deutschen Reichs in Bezug auf Sortimentsbildung in der Art kommen, daß man alle Scheiter, Prügel und Wellen 1^{m} lang macht und letzteren einen Umfang von 1^{m} gibt; sodann zu dem Scheiterholz alle Rundholzstücke von über 14^{cm} mittlerem Durchmesser, zu dem Prügelholz alle Rundholzstücke von über 7 bis 14^{cm} mittlerem Durchmesser und zu dem Reisholz alles Rundholz bis zu 7^{cm} mittlerem Durchmesser rechnet. Die Stockhöhe wird man am besten in $^{1}/_{3}$ des Stockdurchmessers ausdrücken.

Je nach den festgesetzten Sortimentsgrenzen fallen natürlich auch die Sortimentsprozente sehr verschieden aus. Ein Staat, welcher z. B. nur alles Holz über 18^{cm} Durchmesser zum Scheiterholz sortirt, erhält natürlich weniger Prozente Scheiterholz, als ein Staat, welcher auch noch Rundholzstücke von $14—18^{cm}$ mittlerem Durchmesser hierher rechnet u. s. w.

Wollte man nun z. B. Sortimentsprocente nach den so eben namhaft gemachten muthmaßlichen künftigen Sortimentsgrenzen be-

stimmen, so hätte man den Baum zunächst in seine Berechnungstheile zu zerlegen, dieselben alsdann so zu sortiren, daß alles Gehölz von 14^{cm} mittlerem Durchmesser und darüber, sodann von über 7—14^{cm} und endlich von weniger als 7^{cm} allein zu liegen käme. Hierauf würde man jedes Sortiment für sich berechnen und aus den Ergebnissen die Prozentzahlen bestimmen.

Beispiel: Eine Buche lieferte aus den Sortimenten von 14^{cm} mittlerem Durchmesser und darüber 1,2 Kubikmeter, von über 7 — 14^{cm} mittlerem Durchmesser 0,21 Kubikmeter und von den Sortimenten von weniger als 7^{cm} mittlerem Durchmesser 0,09 Kubikmeter, im Ganzen daher 1,2 + 0,21 + 0,09 = 1,5 Kubikmeter, so sind ihre Sortimentsverhältnisse durch folgende Prozentzahlen ausgedrückt:

1,5 : 100 = 1,2 : (x = 80 Prozent Scheitholz,
1,5 : 100 = 0,21 : (x = 14 „ Prügelholz und
1,5 : 100 = 0,09 : (x = 6 „ Reisholz.

Die Stockholzmenge hängt davon ab, in welcher Höhe über dem Boden der Schaft abgenommen wird, und bis zu welcher Stärke und in welchem Umfange die Wurzeln gewonnen werden. Auch diese Verhältnisse werden meistens durch regulative Bestimmungen festgesetzt, und betrug die Stockhöhe über der Erde je nach Umständen seither 0,1 — 0,5^{m}, sollte aber, wegen des geringeren Verkaufswerthes des Stockholzes, immer so kurz wie möglich gemacht werden. Der Ausnutzungsgrad des Wurzelholzes ist vorzugsweise von örtlichen Verhältnissen abhängig, wird daher in der Regel durch die Zusammenwirkung von Holzpreis und Arbeitslohn bestimmt. Dies auch der Grund, warum die Prozentzahlen des Stockholzes seltener einen verläßlichen Anhaltspunkt zur Beurtheilung anderer Verhältnisse liefern.

Die Sortimentsverhältnisse eines Baumes werden, jedoch nicht allein durch die Regeln bestimmt, nach welchen man die Baumtheile sortirt, sie hängen vielmehr noch wesentlich von der Stärke des Baumes und dem Umstande ab, ob der Baum im freien, geschlossenen oder gedrängten Stande erwachsen ist. So hat z. B. ein nur 10—20^{cm} starker Baum verhältnißmäßig weit weniger Scheitholz aber mehr Prügelholz, als ein Baum von 20—30^{cm} Stockdurchmesser; dagegen hat unter sonst gleichen Verhältnissen der im Schlusse

erwachsene Baum wieder mehr Scheitholz, der im Freien erzogene mehr Prügel- und Reisholz u. s. w.

Ausführliche Angaben über die Sortimentsverhältnisse der wichtigsten Holzarten theilt Burckhardt in seinen „Hülfstafeln für Forsttaxatoren", Hannover 1872, S. 108 – 117 mit.

IV. Von der Inhaltsberechnung des Holzes in Schichtmaßen.

1. Zweck derselben.

§. 20.

Nur die Verwerthung des Stammholzes erfolgt im forstlichen Haushalte nach Festmetern, alles Brennholz, sowie das Nutzscheitholz wird in Schichtmaßen von verschiedener Größe, das Reisholz häufig auch in Gebunden (Wellen), abgesetzt. Diese Schichtmaße, welche seither unter verschiedenen Namen wie Klafter, Stecken, Malter u. s. w. vorkamen, jetzt aber in Deutschland Raummeter (Stère) genannt werden, füllen nie ihren Raum vollständig mit Holz aus, sondern schließen zwischen den einzelnen Holzstücken stets größere oder kleinere Zwischenräume ein. Man erhält daher auch nicht den wirklichen Kubik- oder Derbgehalt des Schichtmaßes, wenn man die Dimensionen desselben, nämlich Höhe und Breite mit der Scheitlänge multiplizirt, sondern es muß an diesem Produkte stets ein den leeren Zwischenräumen entsprechender Abzug gemacht werden.

Um nun jede beliebige Zahl Holzschichten (Raummeter) oder Wellen (Gebunde) von gegebenen Dimensionen, wie sie sich bei den jährlichen Holzfällungen ergeben, übereinstimmend mit dem Stammholze, auch in Festmetern und diese wieder in Schichtmaßen angeben zu können, ist es von hohem Interesse, den Inhalt jeder beliebigen Schichte an wirklicher Holzmasse zu kennen; man muß daher auch mit den Mitteln und Wegen, denselben zu finden, bekannt sein.

2. Von den Faktoren, welche den Kubikinhalt einer Holzschichte bestimmen.

§. 21.

Da der wirkliche Inhalt einer Holzschichte nicht unter allen Verhältnissen derselbe bleibt, so wollen wir, bevor wir den Massen-

gehalt der Verkaufsmaße selbst bestimmen lernen, erst diejenigen Momente noch etwas näher beleuchten, von welchen derselbe vorzugsweise abhängig bleibt. Diese sind:

A. Die Dimensionen und Formen der Schichtmaße.

Sowohl die Länge der Holzstücke, als auch die Form, in welcher man dieselben aufsetzt, wirken bestimmend auf den Kubikinhalt des Raummeters (der Klafter). Da die Scheit-, Prügel- und Reisholzstücke selten ganz gerade und glatt gewachsen, sondern bald gekrümmt oder gewunden sind, bald sonstige Unebenheiten besitzen, so lassen sich natürlich nicht immer gleich viele Holzstücke in das Schichtmaß setzen, dieses wird vielmehr um so mehr Holz in sich aufnehmen (im Uebrigen gleiche Verhältnisse vorausgesetzt), je kürzer die Holzstücke sind, weil alsdann die Krümmungen und Unebenheiten mehr verschwinden und das Holz sich dichter aufeinander setzt.

Um den Einfluß der Scheitlänge auf den wirklichen Holzgehalt der Holzmaße festzustellen, hat man zahlreiche Versuche angestellt, welche das Ergebniß geliefert haben, daß bei Scheiterlängen zwischen 0,3 bis 1,8^{m} Differenzen bis zu 20 Prozenten stattfinden können. Sollen daher solche Untersuchungen über den Derbholzgehalt der Schichtmaße **praktischen** Werth haben, so muß bei denselben immer angeführt werden, auf welche Scheitlänge sich dieselben beziehen.

In nachstehender Uebersicht theilen wir die Resultate König's und Klauprecht's mit, welche wir aus des letzteren Holzmeßkunst entnehmen. Geht man nämlich von der Scheitlänge 1,2^{m} aus, so zeigen die mit + bezeichneten Zahlen das Mehrergebniß, die mit — bezeichneten Zahlen das Minderergebniß an Massengehalt für die vorgesetzte Länge der Scheite in Theilen von Hundert oder in Prozenten an.

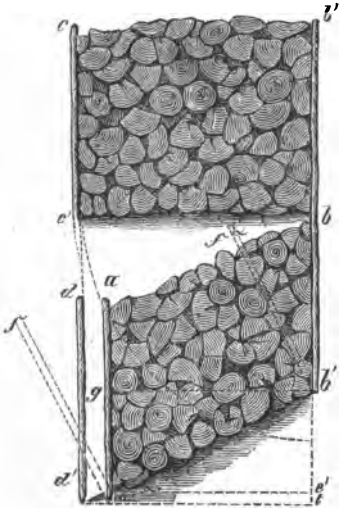
Scheitlänge Meter	Nach König			Nach Klauprecht		
	Scheitholz gerades	Scheitholz krummes und gerade Knüppel	Scheitholz knotiges u. krumme Knüppel	Scheitholz gerades	Scheitholz knotiges	Astholz krummes
0,3	+ 0,06	+ 0,09	+ 0,12	+ 0,10	+ 0,20	
0,6	+ 0,04	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,12	+ 0,15
0,9	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,06	
1,2	0	0	0	0	0	0
1,5	— 0,02	— 0,03	— 0,04	— 0,01	— 0,01	
1,8	— 0,04	— 0,06	— 0,08	— 0,02	— 0,02	— 0,06

Neben der Scheitlänge hängt aber der Inhalt der Schichten von der Geschicklichkeit ab, mit welcher der Holzsetzer das Holz aufschichtet. Da sich aber die Holzstücke nur etwa bis zur Brusthöhe bequem und ohne besondere Anstrengung aufsetzen lassen, so wird in demselben Verhältnisse, als die Schichthöhe zunimmt, das ordnungsmäßige Einlegen derselben abnehmen, mithin der Derbholzgehalt ein kleinerer werden. Dieser Fehler wird jedoch unter Umständen wieder dadurch paralysirt, daß bei verhältnißmäßig großer Schichthöhe die Stützen, zwischen welchen das Holz sitzt, sich mitunter etwas auseinander drücken, und daher bei gleicher Höhe einen größeren Inhalt aufnehmen. Diese immerhin mißlichen Schwankungen werden am besten dadurch ganz vermieden, daß man die Schichtmaße nicht höher als $1 - 1{,}5^{m}$ macht.

Auch von der Art und Weise wie die Holzhauer an Bergabhängen die Stützen einschlagen, zwischen welche das Holz gesetzt werden soll, hängt der Inhalt der Schichten ab. Nachdem man nämlich auf der einen Seite die Stützen eingeschlagen hat, muß das Längenmaß, mit welchem man die Weite der Schichte abmessen will, genau rechtwinkelig zur Stütze angelegt werden. Würde man das Längenmaß bei geneigtem Boden unmittelbar auf diesen auflegen, so würde die Weite w der Schichte nicht w, sondern kleiner, nämlich nur $w \cdot \cos\alpha$ werden, wenn α den Neigungswinkel bedeutet. Dieser durch die Nachlässigkeit der Arbeiter entstehende Fehler verhält sich wie die Größe des Neigungswinkels α.

Bei $\alpha = 5^0$ ist der Cosinus 0,996 und der Fehler 0,004 des Raumes.
" " $= 10^0$ " " " 0,985 " " " 0,015 " "
" " $= 15^0$ " " " 0,966 " " " 0,034 " "
" " $= 20^0$ " " " 0,940 " " " 0,060 " "
" " $= 25^0$ " " " 0,906 " " " 0,094 " "

Fig. 33.



Der Fehler wird dadurch umgangen, daß man (Fig. 33), was aber nicht immer zweckmäßig und ausführbar ist, die Stützen entweder senkrecht auf die schiefe Ebene einschlägt, ihnen also die Richtung a'f und b'f', nicht die lothrechte aa' gibt, oder besser die Breite der Klafter nicht schief, sondern horizontal mißt. Letzteres geschieht dadurch, daß man etwa einen Stab gb', welcher genau so lang ist als die Schichte breit werden soll, möglichst horizontal an die Bergwand a'b' anlehnt, und hierauf genau hinter beiden Enden des ersteren die Stützen dd' und bb' lothrecht einschlägt.

Der Derbholzgehalt der Schichtmaße ist ferner ein anderer, je nachdem man ihn am Tage der Aufarchung, oder längere Zeit nachher bestimmt, weil das im frischen Zustande gefällte Holz im Laufe der Zeit eintrocknet (schwindet) und dann einen geringeren Raum einnimmt. Man hat daher an vielen Orten die Bestimmung getroffen, dem geschichteten Holze bei dem Aufarchen ein gewisses Uebermaß, Darrscheit, zu geben.

Berücksichtigt man jedoch, daß die verschiedenen Holzarten keineswegs einen gleichen Schwindungsgrad besitzen, die harten Hölzer schwinden mehr wie die weichen, so dürften streng genommen auch die Uebermaße oder Darrscheite nicht bei allen Holzarten gleich groß sein. Da die meisten gesetzlichen Vorschriften aber in dieser Beziehung keine Bestimmungen enthalten, so verfehlen die Uebermaße mehr oder weniger ihren Zweck und leisten überdies mancher Ungehörigkeit Vorschub.

Im Großherzogthum Hessen, was sich bekanntlich durch ausgezeichnete Forstordnungen und ein musterhaftes Forstrechnungswesen auszeichnet, waren nie Uebermaße gestattet, was um so zweckmäßiger erscheint, als daselbst das Holz, wie das überall zu wünschen wäre, nur kurze Zeit im Wald bleibt, daher auch bis zur Verwerthung nur wenig an seinem Inhalte verliert. Auch in Württemberg hat man 1871 das sogenannte „Uebermaß" aufgehoben, in Preußen ist es nur noch ausnahmsweise gestattet und so ist zu hoffen, daß sich die Staaten des deutschen Reiches dahin einigen werden, künftig von jedem Uebermaß gänzlich Abstand zu nehmen.

Es ist noch hin und wieder die Ansicht verbreitet, daß weiche Hölzer mehr als harte schwinden; auch Pfeil spricht in seiner Forstbenutzung diese Ansicht aus. Dieser Irrthum mag mit durch die Versuche Werneck's aus dem Jahre 1811 entstanden sein, wonach er z. B. findet, daß, die Klafterhöhe = 1 gesetzt, dieselbe bei Scheitholz noch sei:

bei der Hainbuche und Birke	nach	3	Monaten	0,984,	nach	6	Monaten 0,981
„ „ Buche	„	3	„	0,975	„	6	„ 0,956
„ „ Eiche und Esche	„	3	„	0,970	„	6	„ 0,946
„ „ Ulme	„	3	„	0,967	„	6	„ 0,948
„ „ Ahorn	„	3	„	0,962	„	6	„ 0,941
„ „ Aspe	„	3	„	0,960	„	6	„ 0,944
„ „ Nadelholz	„	3	„	0,944	„	6	„ 0,918

Nach den Versuchen König's stellen sich gerade die entgegengesetzten Resultate heraus.

Wollte man z. B. aus vorstehenden Schwindungs-Verhältnißzahlen, oder nach den Versuchen anderer die Höhe des Uebermaßes berechnen, so hätte man nichts nöthig, als die Klafterhöhe durch die betreffende Verhältnißzahl zu dividiren, um die Klafterhöhe sammt Darrscheit zu finden.

Nehmen wir z. B. im Durchschnitt aus allen Holzarten an, daß nach 3 Monaten die Höhe 1 nur noch 0,96 sei, so müßte für diesen Fall die sonst 6 Fuß hohe Klafter $\frac{6}{0{,}96} = 6{,}25$ Fuß = 6 Fuß 3 Zoll hoch gemacht werden; das Darrscheit würde daher wie bis in die neueste Zeit in Preußen 3 Zoll betragen.

B. Die Form und Beschaffenheit der Holzstücke.

Sie wirkt insoferne bestimmend auf den Derbholzgehalt ein, als es keineswegs gleichgiltig ist, von welcher Stärke und von welchen Theilen des Baumes die Holzstücke entnommen sind. Je stärker die Holzscheiter sind, d. h. je weniger davon in ein ge-

gebenes Raummaß gesetzt werden können, desto größer ist der Derbgehalt und umgekehrt. Sollen daher die Versuche über den Derbholzgehalt auch bleibenden Werth für Andere haben, so ist nöthig, daß wenigstens annähernd die Grenzen für die Stärke der Scheite, Prügel, Stöcke und Reiser bezeichnet werden.

Diese Bestimmungen werden am besten in den Holzhauerinstruktionen niedergelegt und es empfiehlt sich, namentlich seit Einführung des Metermaßes in Deutschland, daß jeder Staat für seine Zwecke die nöthigen Versuche über den Derbholzgehalt der verschiedenen Holzsortimente anstellen läßt, daraus Durchschnittszahlen berechnet und dieselben entweder mit oder ohne Beschränkung zu Grunde legt. Es ist Aussicht vorhanden, daß auch in dieser Richtung eine Verständigung zwischen den verschiedenen Staatsforstverwaltungen des deutschen Reiches erzielt wird.

Aus angestellten Versuchen geht hervor, daß grobe Scheiter einen größeren Derbgehalt als feine Scheiter liefern. Die Differenz kann bei doppelt so viel Scheiten bis 18 Prozent, und bei 4mal so viel gegen 25 Prozent betragen; ein Resultat, welches von betrügerischen Holzverkäufern zum Nachtheil der Käufer nicht selten benutzt wird; denn erstere können dadurch unter Umständen aus 10—12 Raummetern grob gespaltenem Holze leicht ein Raummeter mehr aufstellen. Auch beugt sich Prügelholz, nachdem man es gespalten hat und wieder in das gleiche Maß einsetzte, beträchtlich höher auf, woraus folgt, daß ein Raummeter grobes Prügelholz mehr Masse als ein Raummeter schwaches Scheiterholz haben muß.

Die Form der Holzstücke äußert ihren Einfluß darin, daß krumme und knotige Holzstücke sich weniger dicht aufsetzen lassen und daher einen geringeren Derbholzgehalt wie glatte Holzsortimente liefern. Die Holzart kommt hierbei im Allgemeinen weniger in Betracht, als die Theile des Baumes, von welchen man die Sortimente entnommen hat. So hat z. B. aus dem Schafte gewonnenes Scheit- und Prügelholz jedenfalls einen größeren Derbholzgehalt, als wenn man es aus Astholz aufgearcht hätte. Ebenso werden Reisholzwellen (Gebunde) aus schwachem Durchforstungsholze, oder aus Niederwaldungen bezogen, wieder einen größeren Derbholzgehalt als Astholzwellen zeigen.

Bei Stockholz wirkt entscheidend, ob die Stöcke länger oder kürzer abgeschnitten, mehr oder weniger fein zerspalten und die Wurzeln in größere oder kleinere Stücke zerhauen werden u. s. w.

C. Die Begrenzung des Schichtmaßes.

Sie wirkt, je nachdem man eine oder zwei Stützen an jeder Seite anbringt, ebenfalls auf die Derbholzmasse ein, indem die Dimensionen der Klafter durch zwei Stützen jedenfalls mehr eingeengt werden, während man z. B. bei einer Stütze krumme Holzstücke mit der konkaven Seite nach außen legen kann. Es wird daher im Allgemeinen, bei Anwendung von zwei Stützen auf jeder Seite, der Derbholzgehalt ein etwas geringerer als im entgegengesetzten Falle sein. Gute Holzhauerinstruktionen sollten daher auch in dieser Beziehung immer genaue Bestimmungen enthalten, um dadurch eine größere Gleichmäßigkeit in die Maße zu bringen, ohne welche die Anwendung großer Durchschnittszahlen über den Derbholzgehalt auf andere Verhältnisse immerhin gewagt bleibt.

3. Bestimmung des Derbholzgehaltes der Schichtmaße.

§. 22.

A. Bestimmung des Kubikinhalts eines Raummeters Scheit- und Prügelholz.

Bei der Untersuchung des Kubikinhalts (Derbgehalts) eines Raummeters Scheit- oder Prügelholz kann man wiederum das stereometrische oder physikalische Verfahren einschlagen. Wir wollen beide kurz berühren.

a. Stereometrische Methode.

Will man zunächst den Derbgehalt eines Raummeters Scheitholz ermitteln, so bringe man eine entsprechend große Anzahl zu Scheitholz taugliche Rundholzstücke zusammen, zerschneide sie in lauter Sektionen von der ortsüblichen Scheiterlänge (jetzt meist 1 Meter) und berechne jede Sektion auf bekannte Weise nach der Formel $\gamma . h$ aus dem mittleren Umfang und der Länge, wobei 0,5 cm mindestens noch Berücksichtigung finden müssen. Hiernach spalte man die Rundstücke nach Vorschrift und setze die Scheite ebenfalls ordnungsmäßig zwischen die lothrecht eingeschlagenen Stützen bis zur gesetzlichen Höhe ein. Sollte die berechnete An-

zahl in Scheite gespaltene Rundstücke nicht zur vollständigen Ausfüllung einer beliebigen Anzahl Raummeter ausreichen, so müssen noch so viele Scheite nachberechnet werden als fehlen.

Beispiel: Angenommen, man habe den Inhalt einer größeren Anzahl 1^m langer, zu Scheitholz tauglicher Nadelholz-Rundstücke zusammen 7,32 Kubikmeter gefunden, und es wären mit dieser Holzquantität in aufgespaltenem Zustande gerade 10 Raummeter gefüllt worden, so beträgt der durchschnittliche Massen- oder Derbgehalt eines Raummeters offenbar

$\frac{7{,}32}{10} = 0{,}732$ Kubikmeter $= 732$ Kubikdecimeter und da 1000 Kubikdecimeter $= 1$ Kubikmeter, natürlich auch 73,2 % des Raumgehaltes.

Man bedarf daher nach diesem Versuch zu einem Festmeter Holz $\frac{1000}{732} = 1{,}366$ Raummeter oder zu 1000 Festmeter $= 1366$ Raummeter Scheitholz.

Der Derbholzgehalt eines Raummeters Prügelholz, welcher bei krummen, abholzigen und schlecht entasteten Holzstücken meist geringer als derjenige von schönem Scheitholze sein wird, kann in ganz ähnlicher Weise gefunden werden; nur kann man hier die runden Prügel oder Knüppel, welche ungespalten bleiben, gleich bis zur gesetzlichen Höhe ordnungsmäßig zwischen die Stützen einsetzen und die in einem Raummeter befindliche Zahl Rundstücke erst nachträglich aus dem mittleren Umfange und der Länge einzeln berechnen und summiren.

b. Physikalische Methode.

An die Stelle der stereometrischen Berechnung kann bei dem Scheit- und Prügelholze auch die kubische Berechnung mittelst Eintauchen der Holzstücke unter Wasser im Xylometer treten. Man kann hierbei genau das im §. 17. A beschriebene Verfahren einschlagen, und erhält auf diese Weise, eine sorgfältige Arbeit vorausgesetzt, in der Regel noch etwas richtigere Resultate, namentlich, wenn die Holzstücke nicht ganz glatt und gerade sind, was öfters der Fall ist.

B. Bestimmung des Kubikinhalts eines Raummaßes Stock- und Reisholz.

Der Kubikinhalt des Stockholzes kann, wegen der unregelmäßigen Form desselben, nicht durch stereometrische Berechnung erfolgen; es werden diese Sortimente daher am besten xylometrisch behandelt. Zu diesem Behufe hat man nur nöthig, das Holz vorschriftsmäßig zu spalten und es dann in Raummetern aufzusetzen. Die einzelnen Raummeter werden dann einzeln nach und nach im Xylometer unter Wasser getaucht und genau nach §. 17. A berechnet. Dividirt man schließlich das Gesammtergebniß durch die Zahl Raummeter, so erhält man den mittleren Derbgehalt eines Raummeters, der dann, wie bei dem Scheit- und Prügelholze, auch in Prozenten des Raumgehaltes ausgedrückt werden kann.

Das Reisholz wird an vielen Orten, und gewiß im Interesse eines gut geordneten Forstrechnungswesens, nicht in Raummetern, sondern in Gebunden (Wellen) von gewisser Stärke oder Länge (meist 1^m lang und 1^m mittlerem Umfang) verwerthet. Um nun den durchschnittlichen Derbholzgehalt einer solchen Welle zu erforschen, welcher natürlich nach der Güte des Sortimentes und der Länge derselben verschieden ist, hat man nur nöthig, eine Anzahl derselben einzeln der xylometrischen Behandlung zu unterwerfen, um ihren Kubikinhalt fest zu stellen. Den Raumgehalt einer Welle findet man aus dem Durchmesser und der Länge derselben, indem man letztere als Walze berechnet. Dividirt man schließlich den wirklichen Inhalt durch den Rauminhalt und multiplizirt den Quotienten mit 100, so erfährt man, wie viel Prozente der Derbgehalt der Welle von dem Raumgehalt beträgt.

Beispiel: Eine Welle von 1^m Länge und 1^m Umfang hat als Walze einen Rauminhalt von 0,079 Kubikmeter. Unter Wasser getaucht ergab dieselbe eine Derbholzmasse von 0,028 Kubikmeter, sie enthält daher Prozente des Raumgehaltes:

$$\frac{0{,}028}{0{,}079} \times 100 = \frac{2{,}8}{0{,}079} = 35{,}4 \text{ Prozent.}$$

Kennt man nun die Prozente des Raumgehaltes, so kann man umgekehrt den wirklichen Inhalt einer Welle finden, wenn man den

Raumgehalt derselben (etwa 0,079 Kubikmeter) mit dem Prozentverhältniß (0,356) multiplizirt. Man erhält dann wie oben

$$0{,}079 \times 0{,}354 = 0{,}028 \text{ Kubikmeter.}$$

4. Resultate über den Derbholzgehalt der Raummaße.

§. 23.

Es gibt wohl wenige Staaten, in welchen nicht, um eine möglichste Uebereinstimmung in das Forstrechnungswesen zu bringen, Versuche über den Derbholzgehalt der Raummaße angestellt wurden. Seit Einführung des Metermaßes im deutschen Reiche ist aber an die Stelle der früheren Klafter, des Steckens, Malters u. s. w. der Raummeter mit anderer Scheiter- und Prügellänge getreten. Auch Länge und Durchmesser der Wellen haben sich geändert. Die alten Derbholzzahlen sind dadurch unbrauchbar geworden und müssen neu ermittelt werden. Die forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands werden sich in nächster Zeit dieser Aufgabe unterziehen und die gewonnenen Resultate den einzelnen Forstverwaltungen zur Annahme empfehlen. Inzwischen wollen wir einige bereits vorliegende neue Resultate mittheilen.

A. Versuche im Großherzogthum Baden.

Um über das Verhältniß des Raumgehaltes der neuen Holzmaße zu dem Derbgehalt des Kubikmeters die nöthigen Erfahrungen zu sammeln, wurden auf Anordnung Großh. Domainendirektion unter Leitung des Großh. Forstraths Krutina in verschiedenen Forstbezirken Untersuchungen vorgenommen, deren Ergebnisse wir in Nachstehendem in derselben Reihenfolge mittheilen, wie sie Krutina in unserer Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, Jahrg. 1871, S. 417 u. f. veröffentlicht hat.

I. Scheitholz.

Als solches gilt alles gespaltene Holz aus Stämmen und Aesten bis zu einem Durchmesser von einschließlich 15 Centimeter.

Es werden zum Zwecke näherer Untersuchung 3 Klassen von Scheitholz unterschieden:

1) solches von glattem Stammholz,
2) solches von knorrigem oder sehr borkigem Stammholz oder von Aesten,
3) solches von besonders unförmigen Stamm- und Aststücken oder unspaltbarem Holze (sog. Klotzholz).

Den Uebergang vom Scheitholz zum Prügelholz bildet das sog. Rollholz, d. i. Holz, welches seiner Stärke nach zu dem Scheitholz gehört, aber nicht gespalten wird. Es kommt dieses Sortiment nur ausnahmsweise vor.

Holzart.	Holzsortiment	Klasse	Anzahl der untersuchten Kubikmeter	Derbmasse auf 1 Kubikmeter			Zahl der Scheiter oder Rollen auf 1 Kubikmeter		
				höchste Zahl	niederste Zahl	Durchschnitt	höchste Zahl	niederste Zahl	Durchschnitt
Buche	Scheitholz	I	189	0,814	0,680	0,731	83	24	52
"	"	II	33	0,706	0,647	0,682	56	41	47
"	"	III	41	0,672	0,613	0,638	47	23	37
"	Rollholz	—	14	0,749	0,727	0,736	42	31	37
Eiche	Scheitholz	I	7	0,786	0,710	0,760	57	34	42
"	"	II	2	—	—	0,670	—	—	32
"	Rollholz	—	1	—	—	0,743	—	—	26
Weißtanne	Scheitholz	I	158	0,806	0,700	0,748	53	34	42
"	"	II	135	0,699	0,624	0,670	46	37	42
"	"	III	10	0,700	0,628	0,670	39	33	36
"	Rollholz	—	276	0,908	0,735	0,782	—	—	—
Fichten	Scheitholz	I	53	0,830	0,771	0,790	63	39	50
"	"	II	244	0,769	0,676	0,727	66	30	51
"	"	III	31,5	0,691	0,615	0,668	40	35	38
"	Rollholz	—	267	0,824	0,712	0,776	—	—	—
Forlen	Scheitholz	I	56	0,749	0,697	0,732	63	24	46
"	"	II	86	0,700	0,644	0,690	59	28	44
"	"	III	52	0,730	0,601	0,650	49	23	40
"	Rollholz	—	10	0,776	0,747	0,763	25	11	18

II. Prügelholz.

Hierher gehört alles Brennholz von einschließlich 7 bis ausschließlich 15 Centimeter Durchmesser.

Es werden 2 Klassen von Prügelholz unterschieden:

1) solches von Stämmen (Durchforstungsprügelholz),
2) solches von Aesten (Schlagprügelholz).

Holzart	Holzsortiment	Klasse	Anzahl der untersuchten Kubikmeter	Derbmasse auf 1 Kubikmeter			Zahl der Prügel auf 1 Kubikmeter		
				höchste Zahl	niederste Zahl	Durchschnitt	höchste Zahl	niederste Zahl	Durchschnitt
Buchen	Prügelholz	I	10	0,729	0,665	0,699	53	45	51
"	"	II	45	0,681	0,542	0,620	98	44	55
Eichen	"	II	1	—	—	0,631	—	—	49
Eichenschälholz	"	—	4	—	—	0,682	—	—	95*)
Weißtanne	"	I	18	0,720	0,668	0,688	114	85	107
"	"	II	19	0,685	0,581	0,657	123	103	113
Fichte	"	I	71	0,779	0,669	0,718	126	52	72
"	"	II	33	0,663	0,622	0,649	145	112	131
Forle	"	I	35	0,698	0,652	0,676	76	54	70
"	"	II	30	0,644	0,588	0,621	69	51	55

III. Reisholz.

Hierher gehört alles Brennholz von 6 Centimeter einschließlich abwärts.

Es müssen 3 Klassen von Reiswellen unterschieden werden:

1) solche, welche nur die stärkeren Prügel, aber kein eigentliches Reisig enthalten — sog. Prügelwellen, wie sie in Gegenden aufbereitet werden, in welchen das eigentliche Reisig unverwerthbar ist,
2) normale Wellen,
3) solche, in welchen nur das eigentliche Reisig eingebunden, das stärkere Holz aber besonders aufgesetzt wird.

*) Im Xylometer untersucht.

Holzart	Klasse	Zahl der untersuchten Meißgebunde	Gewicht von 100 Stück			Derbmasse von 100 Stück			Auf 1 Derbmeter gehen Wellen:		
			höchstes	niederstes	durchschnittliches	höchste	niederste	durchschnittliche	höchste	niederste	durchschnittl.
			Kilogramm			Kubikmeter			Zahl		
Buche	I	268*)	4550	4000	4300	4,266	4,135	4,177	24	23	24
„	II	825	3000	2550	2800	3,143	2,327	2,777	43	32	36
„	III	52	1950	1550	1830	1,845	1,707	1,773	58	54	56
Eichenschälbengel	(II)	100**)	—	—	—	—	—	3,283	—	—	30
Weißtanne	I	20	—	—	4000	—	—	4,020	—	—	25
„	II	25	—	—	2000	—	—	2,111	—	—	47
„	III	25	—	—	1600	—	—	1,750	—	—	57
Fichte	I	20	—	—	3402	—	—	3,645	—	—	27
„	III	50	—	—	1572	—	—	1,847	—	—	54
Forle	II	500	2204	2034	2182	—	—	2,536	—	—	39

Anmerkung. Die Nadelholzwellen sind ohne Nadeln gemessen. Vorgenommene Untersuchungen ergaben, daß bei den Normalwellen (II. Classe) die Nadeln 7 % der Derbmasse betragen.

IV. Hopfenstangen, Baum- und Rebpfähle, Bohnenstecken.

Für die Hopfenstangen ꝛc. gelten die üblichen Klassen, nämlich:

I. Klasse: Länge = 8 Meter und mehr.
Durchmesser = (0,3 Meter über dem Abhieb) 9—10,5 Centimeter.

II. Klasse: Länge = 6,6 Meter und mehr.
Durchmesser = (0,3 Meter über dem Abhieb) 7,5—9 Centimeter.

III. Klasse: Länge = 5,4 Meter und mehr.
Durchmesser = (0,3 Meter über dem Abhieb) 6—7,5 Centimeter.

*) Sämmtliche Gebunde haben eine Länge von 1 Meter und einen Umfang von 1 Meter.

**) Diese 100 Gebunde ergaben in Meter aufgesetzt 8 Kubikmeter von 1 Kubikmeter = 0,4103 Derbmasse.

IV. Klasse (Truderstangen): Länge = 5 Meter und mehr.
Durchmesser = (0,3 Meter über dem Abhieb) 4,5—6 Centimeter.

Rebstecken: Länge = 3 Meter und mehr.
Durchmesser = 4,5—6 Centimeter.

Bohnenstecken: Länge = 2,4 Meter und mehr.
Durchmesser = 3—4,5 Centimeter.

Holzart	Klasse	Zahl der untersuchten Stangen, Pfähle, Stecken rc.	Mittlere Länge	Mittlere Kreisfläche	Derbmasse von 100 Stück höchste	Derbmasse von 100 Stück niederste	Derbmasse von 100 Stück durchschnittliche	Auf 1 Derbmeter gehen Stück höchste	Auf 1 Derbmeter gehen Stück niederste	Auf 1 Derbmeter gehen Stück durchschnittliche
			Meter	□ Meter	Zahl			Zahl		
1) Hopfenstangen.										
Weißtanne	I	200	10,75	0,00332	3,4077	3,3822	3,3950	29	29	29,45
„	II	200	8,40	0,00258	2,2929	2,0455	2,1692	49	43	46,09
„	III	200	7,04	0,00191	1,3834	1,3045	1,3440	76	72	74,40
Fichte	I	300	11,00	0,00379	4,8503	3,2065	4,2048	31	20	23,80
„	II	300	8,40	0,00198	1,6659	1,6178	1,6632	62	60	60,10
„	III	300	7,20	0,00149	1,1794	1,0206	1,0735	98	84	92
Forle	I	250	12,75	0,00349	4,5520	4,4030	4,4635	23	22	22,40
„	II	250	11,38	0,00231	2,9184	2,4756	2,6527	40	34	37,70
„	III	200	9,61	0,00162	1,5922	1,5310	1,5616	65	62	64,03
„	IV*)	200	8,00	0,00066	0,7300	0,3867	0,5584	259	137	198,0
2) Baumpfähle.										
Weißtanne	—	200	5,40	0,00158	0,8715	0,8386	0,8550	120	114	117
3) Rebpfähle und Rebstangen.										
Weißtanne	—	200	4,45	0,00082	0,4197	0,3141	0,3669	318	238	272,5
Fichte	—	400	4,50	0,00097	0,4579	0,4173	0,4376	239	218	228,5
Forle (Rebstangen)	—	100	7,89	0,000618	—	—	0,4909	—	—	203,7
4) Bohnenstecken.										
Weißtanne	II	200	2,7	—	—	—	0,2195	—	—	455
Fichte	II	200	2,4	—	—	—	0,2084	—	—	480
Lärche	—	200	3	—	—	—	0,1790	—	—	558

*) Truderstangen.

V. Eichenrinde.

Forstbezirk	Standort: Höhe über dem Meere Mtr	Standort: Lage	Standort: Boden	Alter der Rinden und Art derselben	Zahl der Gebunde	Gewicht von 100 Gebund Kilogr.	Derbmasse von 100 Gebund Kubmtr.	Auf 1 Derbmeter gehen Gebunde	Auf 1 Centner = 50 Kilogr. kommen Derbmeter
Gebunde von 1 Meter Länge und 1 Meter Umfang.									
Ziegelhausen	300	südwestlich, steil abfallend, geschützt.	lehmiger Sand auf Granit; ziemlich tiefgründig, frisch, humos	16jähriger Stockausschlag	150	1248,8	1,63566	61,1	0,06549
Gengenbach	510	südlich	lehmiger Sand auf Gneis und Porphyr	17j. Stockausschlag	200	1115,0	1,21824	82,1	0,05463
Schwarzach	360	westlich schwach abfallend	tiefgründiger, frischer, lehmiger Sand auf buntem Sandstein, ziemlich humos	17jähr. dto.	81	1115,2	1,55920	64,1	0,06990
„	405	nordöstlich schwach abfallend	ebenso auf buntem Sandstein	27jähr. dto.	100	1125,5	1,60623	62,3	0,07135
„	405	dto.	dto.	36jähriger Kernwuchs	200	1162,0	1,67791	59,6	0,07220
„	405	dto.	dto.	70jähriges Oberholz	237	1556,1	2,13930	46,7	0,06873
Gebunde von 1 Meter Länge und 1,25 Meter Umfang.									
Ziegelhausen	300	südwestlich, steil abfallend, geschützt	lehmiger Sand auf Granit, ziemlich tiefgründig, frisch, humos, gut	16jähriger Stockausschlag	44	1823,3	2,3735	42,1	0,06508

VI. Weißtannenrinde

(in Cubikmeter aufgesetzt).

Alter der Rinde: 180 bis 250 Jahre.

Zur Zeit der Versuche war die Rinde 6 bis 8 Tage geschält und (nahezu) lufttrocken. Es wurden 50 Kubikmeter mit dem Xylometer gemessen. Sie hatten einen Derbgehalt von 27,762 Kubikmeter; ein Raummeter Weißtannenrinde ist daher = 0,555 Festmeter.

5 Kubikmeter wurden gewogen. Sie hatten ein Gewicht von 2114 Kilogramm — darnach 1 Kubikmeter = 422,8 Kilogramm.

VII. Fichten-Erntewieden.

200 Stück im Xylometer gemessen hatten einen kubischen Gehalt von 0,04888 Kubikmeter; 100 Stück = 0,02444 Kubikmeter.

VIII. Buchene Erntewieden.

200 Stück im Xylometer gemessen hatten einen kubischen Gehalt von 0,03888 Kubikmeter; 100 Stück = 0,01944 Kubikmeter.

Der Durchschnitt von beiden Zahlen ist: 0,0217.

Es wird hiezu bemerkt, daß das Scheitholz ganz und das Prügelholz mit geringer Ausnahme, ebenso die stärkeren Stangen mit der Kluppe gemessen, das Reisholz aber, die geringeren Stangen, die Eichenrinde, die Weißtannenrinde und die Erntewieden mit dem Xylometer auf ihren Inhalt untersucht wurden.

Das Scheit- und Prügelholz wurde ohne Uebermaß aufgesetzt. Wollte man sich nach dem Vorgange der preußischen Forstverwaltung für ein eventuelles Uebermaß von 4 % entscheiden, so könnten die Verhältnißzahlen hiernach erhöht werden.

B. Versuche im Königreich Württemberg.

Die K. Württemb. forstliche Versuchsstation hat im abgelaufenen Jahre, auf Grundlage der Verfügung K. W. Forstdirektion vom 14. März 1871 an sämtliche Forstämter, die Einführung des metrischen Maßsystems bei der Staatsforstverwaltung betreffend, mit der Anstellung von Derbholzuntersuchungen begonnen, welche noch fortgesetzt werden sollen.

Indem wir dieselben, welche theils durch uns, theils durch unsern Assistenten Dr. Bühler ausgeführt wurden, einstweilen mittheilen, haben wir noch folgendes anzufügen.

Sämtliche Versuche wurden mit dem Seite 23 beschriebenen Xylometer, welcher ein Ablesen bis auf 0,1 Kubikdecimeter gestattet, auf das genaueste ausgeführt.

Die Länge der Scheiter, Prügel und Wellen beträgt 1 m, der Umfang der letzteren ebenfalls 1 m. Das Stock- und Wurzelholz wird 1 m tief und möglichst dicht aufgesetzt. Die sogenannte Ueberlage (das Schwindmaß) ist abgeschafft; als Grundsatz gilt: volles Maß aber kein Uebermaß zu geben. Die Sortimentsgrenzen für Brennholz sind wie folgt bestimmt:

für Reisig bis einschließlich 7 cm Durchmesser,
für Prügel (Rundholzstücke) von 7 bis ausschließlich 14 cm Durchmesser am schwächeren oberen Ende,
für Scheiter von 14 m und darüber des schwächeren oberen Endes der betreffenden Rundholzstücke.

Zusammenstellung
der
Derbgehalts-Untersuchungen.

Holzart	Zahl der untersuchten Rm	1 Rm frisch gefällt hatte Derbmasse in Festmetern: höchste	niedrigste	durchschnittliche	Auf 1 Rm kamen Scheiter (Prügel) Zahl: höchste	niedrigste	durchschnittliche
I. Scheiter.							
Eiche . . .	7	0,829	0,762	0,793	43	32	35
Buche . . .	13	0,811	0,764	0,787	54	51	53
Erle . . .	2	—	—	0,747	—	—	46
Aspe . . .	1	—	—	0,862	—	—	55
Birke . . .	2	—	—	0,771	—	—	41
Fichte . . .	4	0,738	0,703	0,720	68	64	66
Kiefer . . .	3	0,738	0,677	0,701	46	41	44
II. Prügel.							
Eiche . . .	1	—	—	0,712	—	—	35
Buche . . .	7	0,752	0,741	0,746	75	59	66
Erle . . .	2	—	—	0,815	—	—	41
Aspe . . .	1	—	—	0,786	—	—	55
Hainbuche .	2	—	—	0,779	—	—	61
Fichte . . .	9	0,785	0,734	0,762	150	68	96
Kiefer . . .	7	0,803	0,709	0,764	129	58	83
III. Stockholz.							
Eiche . . .	5	0,567	0,449	0,522	—	—	—
Buche . . .	5	0,602	0,495	0,537	—	—	—
Fichte . . .	20	0,534	0,487	0,519	—	—	—

Holzart	Zahl der untersuchten Wellen	Gewicht von 100 Stück in frisch gefälltem Zustand			Derbmasse von 100 Stück		
		höchstes	niedrigstes	durchschnittliches	höchste	niedrigste	durchschnittliche
		Kilogramm			Festmeter		
IV. Wellen.							
Eiche	150	—	—	2397	—	—	2,54
Buche . . .	850	3114	2560	2769	3,14	2,51	2,74
Erle	25	—	—	2576	—	—	2,78
Aspe	25	—	—	2714	—	—	2,86
Weiches Laubholz	150	—	—	2467	—	—	2,59
Fichte . . .	604	2180	1456	2006	2,54	1,73	2,31
Kiefer	100	—	—	1802	—	—	1,91

5. Von der Verwandlung der Raummeter in Festmeter.

§. 24.

Wie wir soeben gesehen haben, ist der Derbholzgehalt eines gewissen Raummaßes je nach dem Sortimente ein sehr verschiedener. Er ist beim Scheitholz am größten, etwas weniger groß beim Prügelholz, noch kleiner beim Stockholz und am kleinsten beim Reisholz.

Um sich daher einen raschen Ueberblick über den wirklichen Kubikinhalt einer größeren Anzahl aus verschiedenen Sortimenten bestehenden Raummaßen, etwa über das Ergebniß einer ganzen Holzernte, zu verschaffen, erscheint es räthlich, die Derbholzgehalte der verschiedenen Sortimente alle auf ein einziges zu reduziren. Die Maßeinheit, auf welche man die Raummaße aller Sortimente reduzirt, ist, wie schon früher erwähnt, ein Kubikmeter wirkliche Holzmasse, der Festmeter. Um nun diese Reduktionen vornehmen zu können, müssen die Reduktionsfaktoren für alle in der Wirthschaft vorkommenden Sortimente ein für allemal nach §. 22 und 23 festgestellt werden.

Angenommen man habe sich in einem Staate für folgende Reduktionsfaktoren erklärt:

1 Raummeter Nutzholzscheiter = 0,8 Festmeter.
1 „ Stammscheiter und Prügel = 0,7 „
1 „ Astscheiter und Prügel = 0,6 „

1 Raummeter Stockholz	=	0,5	Festmeter
100 Stück Prügelwellen	=	4,0	„
100 „ Normalwellen	=	2,6	„
100 „ Reinigungs- u. Astwellen	=	1,8	„

so kann mit Hilfe dieser Zahlen nun leicht das Fällungsergebniß eines Schlages oder eines ganzen Reviers in Festmetern ausgedrückt werden.

Beispiel: In einer Waldabtheilung ist folgendes Holz angefallen:

Stammholz	=	160	Festmeter;
Nutzscheiter	=	20	Raummeter;
Stammscheiter und Stammprügel	=	90	„
Astscheiter und Astprügel	=	15	„
Stockholz	=	120	„
Normalwellen	=	24	Hundert;

so macht dies auf Festmeter reduzirt:

Stammholz			=	160,0 Festmeter.
Nutzscheitholz	=	20 × 0,8	=	16,0 „
Stammscheit- und Prügelholz	=	90 × 0,7	=	63,0 „
Astscheit- und Prügelholz	=	15 × 0,6	=	9,0 „
Stockholz	=	120 × 0,5	=	60,0 „
Reisholzwellen	=	24 × 2,6	=	62,4 „
		Zusammen	=	370,4 Festmeter.

Zweites Kapitel.

Von der Schätzung und Berechnung stehender Bäume.

Vorbemerkungen.

§. 25.

Nicht immer findet man sich in der günstigen Lage, den Inhalt einzelner Bäume in gefälltem Zustande berechnen zu können; manchmal handelt es sich auch darum, den Inhalt *stehender* Bäume ohne besonderen Zeitaufwand sicher anzusprechen. Diese Aufgabe wurde bis jetzt noch nicht vollständig gelöst, wird auch vielleicht nie ganz gelöst werden, so viel Mittel und Wege man auch schon in Vorschlag gebracht hat und künftig möglicher Weise noch in Vorschlag bringen wird.

Wenn auch die Form liegender Bäume von der Form stehender nicht abweicht, so liegt die Schwierigkeit, letztere ganz genau zu berechnen, doch in dem ungünstigen Umstande, daß man unmöglich die zur Berechnung dienenden Dimensionen mit der Schärfe bestimmen kann, wie dies möglich ist, wenn der Baum mit allen seinen Theilen ausgestreckt auf der Erde vor dem Taxator liegt.

Könnte man es auch mit besonders dazu konstruirten Instrumenten erreichen, die Durchmesser des Stammes in verschiedenen Höhen mit genügender Genauigkeit zu ermitteln, so könnten sich diese Messungen doch nur auf jenen Theil des Stammes beziehen, welcher vom Boden aus noch deutlich übersehen werden kann, nicht aber auf den schon mit Aesten und Zweigen bedeckten Stammtheil. Noch weniger aber ließen sich direkte Messungen an Zweigen, Aesten und dem in der Erde stehenden Stocke vornehmen. Es wird sich daher die kubische Berechnung *stehender* Bäume nie auf ausschließliche *Rechnung*, gestützt auf direkte Messung, sondern immer auch auf theilweise *Schätzung* unmeßbarer Baumtheile gründen können und müssen. Die unter den günstigsten Verhältnissen erreichbaren

Resultate werden stets den aus liegenden Bäumen gewonnenen Ergebnissen nachstehen.

Obgleich, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, uns die forstliche Baummeßkunde eine vielleicht unverbesserliche Lücke zu zeigen scheint, so äußert letztere doch auf die praktischen Zwecke der Holzmassenaufnahme keinen störenden Einfluß, indem die Fälle kaum nennenswerth sind, in welchen man eine vollständig richtige Inhaltsbestimmung stehender einzelner Bäume bedarf. Bei weitem die wichtigste Aufgabe der Holzmassenaufnahme ist eine genaue Ermittelung der Bestandesmassen, und dieser Zweck kann, wie später gezeigt werden wird, auf anderem Wege befriedigend erreicht werden.

Nur wenn einzelne Holz-Konsumenten außer der gewöhnlichen Fällungszeit Stämme von gewissen Dimensionen und Inhalten verlangen sollten, kann der Forstmann, um nicht unnöthige Fällungen zu veranlassen, in die Lage kommen, den Inhalt einzelner stehender Bäume bis zu einem gewissen Grad von Genauigkeit angeben zu müssen. Für derartige und ähnliche Fälle reicht man aber mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln vollständig aus. Für andere Zwecke gibt es andere Mittel.

I. Von den nöthigen Hülfsmitteln und Instrumenten.

1. Von den Baumhöhenmessern.

§. 26.

Obgleich die bei der Ausmessung liegender Stämme nöthigen Instrumente auch hier theilweise in Gebrauch kommen (denn es dienen Baumkluppe und Baumzirkel zur Messung der Durchmesser, Meßbänder zur Aufnahme der Baumumfänge bis zu einer solchen Höhe des stehenden Baumes, als man von der Erde aus mit den Händen reichen kann), so sind zur Messung der mit gewöhnlichen Meßstangen unerreichbaren Baumhöhen (Scheitelhöhen), oder zur Bestimmung der Entfernungen vom üblichen Stockabschnitte bis zu einer gewissen Stelle des Schaftes, besonders für diese Zwecke konstruirte Baumhöhenmesser (Hypsometer), welche geeignet sein müssen, die Höhen der Bäume in möglichst einfacher und kurzer

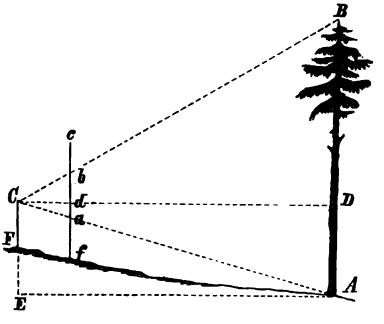
Weise bis auf mindestens 1m genau und richtig anzugeben, ganz unentbehrliche Instrumente.

Die Zahl der hierher gehörigen Erfindungen, welche theils aus freier Hand, theils mit Stativen gebraucht werden, wurde noch bis auf die neueste Zeit vermehrt, so daß man mit der Beschreibung und Gebrauchsanweisung derselben ein ganzes Heft ausfüllen könnte. Wir beschränken uns daher hier um so mehr nur auf wenige Instrumente, als man z. B. mit dem einfachen, billigen und sehr zweckmäßigen Spiegel-Hypsometer von Faustmann in allen Fällen forstlicher Praxis vollständig ausreicht. Neben vielen andern bediente man sich seither folgender Vorrichtungen und Instrumente zum Baumhöhenmessen.

A. Das Messen der Baumhöhen mittelst Stäben.

Man wähle sich in beliebiger Entfernung von dem Baume einen Punkt F, von welchem sowohl nach der Spitze B, als dem Fuße A des Baumes gesehen werden kann, und stecke in denselben einen 1,5m langen Stab CF senkrecht ein (Fig. 34). Hierauf stecke man in gerader Richtung nach dem Baume, etwa in einer Entfernung von 2m, einen zweiten Stab cf, welcher länger als CF sein muß, ebenfalls senkrecht ein, visire nun von C nach B und dann nach A, und merke sich genau die Punkte b und a, wo die Visirrichtungen den Stab cf berühren.

Fig. 34.



Der senkrechte Stab cf hat nun zu dem ebenfalls senkrechten Baume AB eine parallele Stellung, es müssen daher die Dreiecke Cab und CAB ähnlich sein, und da in ähnlichen Dreiecken die den gleichen Winkeln gegenüberliegenden Seiten in Proportion stehen, so kann man setzen:

$$Cd : ab = CD : AB \text{ oder}$$

$$AB = \frac{ab \cdot CD}{Cd}.$$

Die unbekannte Höhe AB ist nun in lauter bekannten Größen ausgedrückt, denn CD = AE ist die horizontale Entfernung des Punktes F von A, (die sogenannte Standlinie), und Cd = Ff, sowie ab können leicht gemessen werden.

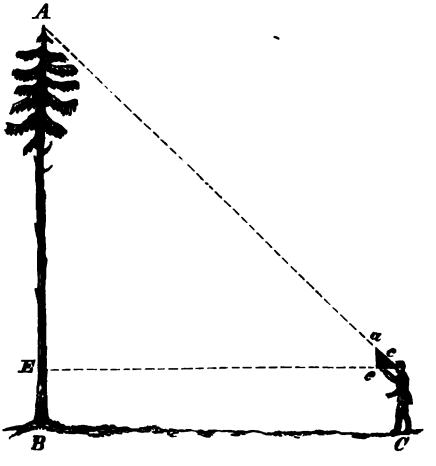
Beispiel: Es sei Cd = 25^m, ab = 1,6^m und CD = 2^m, so ist $AB = \frac{CD \cdot ab}{Cd} = \frac{25 \times 1{,}6}{2} = 25 \times 0{,}8 = 20^m$.

Diese Methode wird natürlich jetzt nur noch da angewendet, wo man sich nicht augenblicklich in den Besitz eines wirklichen Baumhöhenmessers setzen kann.

B. Höhenmessung mittelst eines rechtwinkeligen gleichschenkeligen Dreieckes.

Die gleichen Seiten ae und ce des Dreieckes ace, welches von Holz oder Pappe angefertigt wird (Fig. 35), können eine Länge von 0,2^m besitzen. Bei dem Gebrauche desselben stellt man sich beiläufig in der Entfernung der zu messenden Baumhöhe und wo möglich in gleicher Höhe mit dem Fußpunkte des Baumes auf, und bringt die Spitze c des Dreieckes ace in einer solchen Stellung an das eine Auge, daß die eine Seite ae möglichst vertikal, die andere ce aber horizontal zu liegen kommt. Nun visirt man scharf an der Kante ca der Hypothenuse des Dreieckes hin und nähert oder entfernt sich so lange von dem Baume, bis die Visirrichtung ca genau mit der Spitze A des Baumes zusammenfällt. Schließlich sieht man auch noch an der horizontalen Kante ce des Dreieckes nach dem Baumstamme hin und merkt sich den Punkt E, wo die Visirrichtung hintrifft. Da nun, wie leicht ein-

Fig. 35.



zusehen, die Dreiecke cae und cAE ähnlich sind, so hat man zur Bestimmung des größten Theiles AE der Baumhöhe folgende Proportion:

$$ce : ae = cE : AE \text{ oder}$$

$$AE = \frac{ae \,.\, cE}{ce}$$

und da der Voraussetzung nach ae = ce ist, so muß auch AE = cE sein, d. h. man findet jede beliebige Höhe AE, wenn man die horizontale Länge vom Fußpunkte des Baumes bis zum Standpunkte des Beobachters mißt.

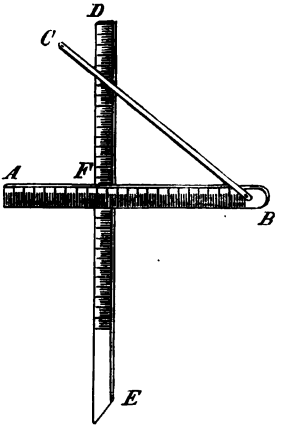
Wird zu dieser Entfernung noch das leicht meßbare Stückchen BE hinzu addirt, so ergibt sich die ganze Baumlänge AB.

Um sich von der richtigen Haltung des Dreieckes ace besser überzeugen zu können, kann bei a noch ein kleines Loth befestigt werden, dessen Faden bei richtiger Stellung scharf an der Kante ae hingleiten muß.

Diese Methode Höhen zu messen hat das für sich, daß man sich das Dreieck in Ermangelung eines besseren Instrumentes unter Umständen selbst (etwa aus Pappe) fertigen kann und daß auch der Vorgang sehr einfach ist. Die Resultate sind für gewöhnliche Fälle der Praxis hinreichend genau.

C. Der Mayer'sche oder Hoßfeld'sche Höhenmesser.

Fig. 36.

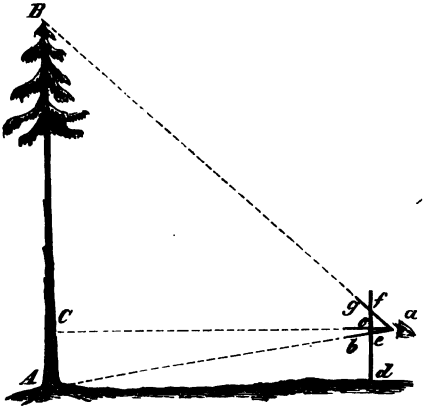


Derselbe besteht aus zwei Linealen AB, BC und einem Stabe DE (Fig. 36), welche von Messing so angefertigt werden können, daß der Stab DE etwa an seinem unteren Ende E auf ein einfaches Stockstativ aufgeschraubt werden kann. Das Lineal AB läßt sich in einer Nuthe bei F in dem Stabe DE horizontal hin- und herschieben und ist auf der einen Seite von B nach A hin in 100—200 gleiche Theile getheilt. Dieselben Theile sind auch auf dem Stabe DE von der Mitte F aus aufwärts und abwärts aufgetragen und

fortlaufend nach der Anzahl Theile entsprechend beschrieben. Das Lineal B C dient zum Visiren nach der Spitze und dem Fuße des Baumes. Das Instrument selbst (ohne Stockstativ) kann, in Messing ausgeführt, zum Taschengebrauch eingerichtet werden.

Soll nun mit diesem Instrumente die Höhe eines Baumes gemessen werden, so stelle man dasselbe in einer der Höhe des Baumes nahe gleichkommenden Entfernung und an einer solchen Stelle auf, daß man die Spitze und den Fuß des Baumes überblicken kann und das Lineal a c (Fig. 37) eine horizontale, der Stab d f eine vertikale Stellung erhält. Hierauf messe man die Linie vom Fuße des Baumes bis zu dem Instrumente in horizontaler Projection (bei geneigtem Boden) etwa in Metern ab und verschiebe alsdann das getheilte Lineal so, daß das Stück a c gerade so viel Theile als die gemessene Linie Meter enthält. Visirt man nun zunächst über das bewegliche Lineal a g nach dem Gipfel B des Baumes, so kann man die Höhe B C an der Stelle f auf dem getheilten Stabe e f in Metern ablesen; bringt man hierauf das Lineal a g in die Lage a b, indem man nach dem Fuße A visirt, so zeigt das Stückchen c e auf dem getheilten Stabe e f noch die Höhe von A bis C in Metern. Werden die Beträge c f und c e addirt, so erhält man die Höhe des ganzen Baumes.

Fig. 37.



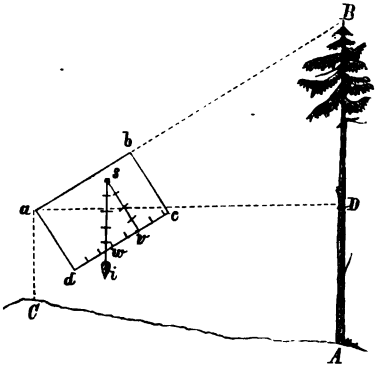
Die Richtigkeit dieses Verfahrens wird gerade wie die Höhenmessung mittelst Stäben bewiesen (§. 26. A). Die Dreiecke a A B und a e f sind ähnlich; der Entfernung des Instrumentes vom Baume entspricht die Linie a c, mithin auch der Baumhöhe AB, der Betrag e f an dem Instrumente. Es bedarf kaum noch der Erwähnung, daß, wenn man sich unter dem einzelnen Theilstrichelchen 0,25^{m} denkt, und die Entfernung des Baumes bis zum Instrument ebenfalls in 0,25^{m} mißt, man auch die Höhe des Baumes bis auf 0,25^{m} genau finden kann.

D. Der Höhenmesser von Winkler.

Wir nehmen deßhalb den Höhenmesser von Winkler noch hier auf, weil derselbe noch vielfach, namentlich unter den Forstwirthen des Kaiserstaates Oesterreich, verbreitet ist, bei ziemlicher Einfachheit auch hinreichend befriedigende Resultate liefert und zugleich auch ein Messen der Durchmesser der Bäume in beliebigen Höhen gestattet.

Denkt man sich nämlich unter abcd ein rechteckiges, 16 cm langes und etwa 9 cm breites Brettchen (Fig. 38), auf demselben die Linie sv senkrecht auf cd und ab gezogen, in dem Punkte s ein Loth si vertikal und parallel zu AB herabhängend, und endlich aD (gleich der Standlinie AC) horizontal, so müssen, wie leicht einzusehen, die Dreiecke aBD und svw ähnlich sein und es besteht folgende Proportion:

Fig. 38.



$$aD : DB = sv : vw.$$

Wird nun die Linie sv in eine gewisse Anzahl, z. B. n (80) gleiche Theile getheilt, werden ferner dieselben Theile von s nach i und von v nach w hin so oft es geht aufgetragen, endlich die Größe eines solchen Theiles $= \alpha$ gesetzt, so ist die Länge von sv ausgedrückt durch $sv = n \cdot \alpha$, dem analog $sw = m \cdot \alpha$ und $vw = p \cdot \alpha$. Nimmt man nun die meßbare Standlinie $aD = CA = n$ Meter an und substituirt diese Werthe in obige Proportion, so wandelt sie sich um in: $n : DB = n \cdot \alpha : p \cdot \alpha$, d. h. es ist:

$$DB = \frac{n \cdot p \cdot \alpha}{n \cdot \alpha} = p \text{ Meter.}$$

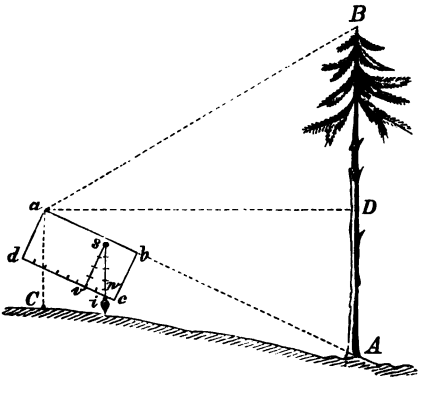
Beträgt demnach die Standlinie aD gerade so viele Meter, als die Linie sv Intervalle zählt, so kann die

Höhe eines Gegenstandes DB immer an der Linie cd direkt in Metern abgelesen werden.

Wünscht man die Höhe in halben Metern, so mißt man die Standlinie AC (natürlich in horizontaler Projektion) in halben Metern, denkt sich unter den einzelnen Intervallen an der Linie sv ebenfalls halbe Meter und erhält dann auch die an der Linie cd abzulesende Höhe vw in den gleichen Maßeinheiten.

Auf die soeben beschriebene Weise erhält man nur das Stück BD der Baumhöhe. Um nun noch das Stück AD zu finden, visirt man an der Kante ab des Brettchens abcd (Fig. 39) nach dem Fußpunkte A des Baumes. Das Senkel si wird nun nicht mehr, wie in Figur 38, zwischen v und d, sondern zwischen v und c schwingen, jedenfalls aber, nachdem es zur Ruhe gekommen, eine parallele Lage zu dem vertikal gedachten Baume AB haben. Wie leicht einzusehen, sind die Dreiecke aAD und swv ähnlich, die Standlinie aD der Natur entspricht der Linie sv am Brettchen, ebenso wird dem Theile AD der Baumhöhe der Betrag vw am Brettchen entsprechen.

Fig. 39.

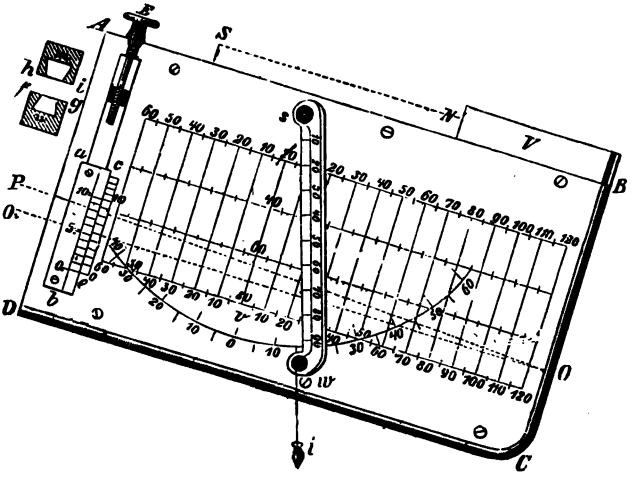


Beträgt daher die Standlinie aD gerade so viele Meter, als die Linie sv Intervalle zählt, so kann auch hier wieder die Länge AD in denselben Längeneinheiten an vw abgelesen werden.

Nach dieser Idee wurde der Winkler'sche Höhenmesser in verschiedener Gestalt ausgeführt.

Die nebenstehende Figur 40 stellt denselben in 1/4 der Natur vor, wie derselbe von Mechanikus J. Schablaß in Wien in besonderer Schönheit und Eleganz gefertigt wird. Er besteht aus einem 16 cm langen, 9 cm breiten und 2 cm hohen Kästchen, die Flächen BC und ABCD, auf welch' letzterer sich die Eintheilung

Fig. 40.



befindet, sind von Messing, die übrigen Seiten jedoch nur aus schön polirtem hartem Holze. Die Seitenfläche ABCD wird durch eine Linie sv, welche senkrecht auf AB und CD steht, in dem Verhältnisse 1 : 2, sv selbst aber von dem Punkte s aus wieder in vier gleiche Theile getheilt.

In den so erhaltenen Theilungspunkten 20, 40, 60 und 80 der Linie sv werden nun Senkrechte errichtet, auf die obere und untere derselben zu beiden Seiten der Linie sv die gleichen Theile s 20 so oft als es geht aufgetragen, ein jeder solcher Theil nochmals in vier gleiche Theile getheilt, und immer die zweiten Theilungspunkte, wie die Figur zeigt, beschrieben und mit einander verbunden. Nachdem dies geschehen, wird mittelst eines Schräubchens s ein messingenes kleines Lineal sw mit dem Lothe i befestigt, welches bei vertikaler Stellung der Ebene ABCD frei wie ein Pendel schwingt und nach eingetretener Ruhe eine vertikale Linie vorstellt. Die Visirlinie wird durch die Spitze eines kurzen Stiftes S (oder durch einen Objektivfaden) und eine bei B angebrachte Okularritze so hergestellt, daß dieselbe parallel zu AB, resp. CD geht. Während der Ruhe oder des Transportes wird das Loth in die Röhre V bei N eingesteckt.

Was die Anwendung dieses Instrumentes, welches ohne Stativ gebraucht wird, anlangt, so drücken die auf der Linie sv befindlichen

Zahlen die sogenannten Standlinien, d. h. die horizontalen Entfernungen zwischen dem Messenden und dem Fuße des Gegenstandes aus, dessen Höhe ermittelt werden soll.

Je nachdem daher die Standlinie 20, 40, 60 oder 80 Längeneinheiten (Meter oder halbe Meter) beträgt, werden die Höhen an der ersten, zweiten, dritten oder vierten Horizontallinie und zwar immer an derjenigen Stelle abgelesen, wo das Lineal s w mit seiner scharfen Kante gerade anliegt. Wäre z. B. die Standlinie 60 Einheiten gewesen, so würde bei der gegenwärtigen Stellung des Instrumentes die Höhe 20 Einheiten, bei 80 Einheiten Standlinie aber 26 solcher Einheiten betragen.

Schon aus der Zeichnung, insbesondere aber aus den Figuren 38 und 39, geht hervor, daß Höhen immer in der Richtung von v nach C, Tiefen aber in der Richtung von v nach D hin abgelesen werden. Will man die Höhe eines Baumes bestimmen, so mißt man zunächst eine schickliche Standlinie von 20, 40, 60 oder 80 halben Metern (wenn ganze Meter nicht genau genug wären), von deren Ende die Spitze und der Fuß des Baumes sichtbar ist. Befindet sich nun das Auge des Beobachters höher als der Fußpunkt des Baumes, so sieht man zuerst durch die Visirrichtung BS nach der Spitze und liest die Einheiten auf der Seite vC an der richtigen Stelle ab. Die erhaltene Zahl betrage beispielweise 47. Hierauf visirt man nach dem Fuße des Baumes, wobei das Loth jetzt eine Stellung zwischen v und D annehmen wird, und merkt sich auch diesen Betrag, z. B. 11. Werden endlich beide Ablesungen addirt, so hat man 47 + 11 = 58 Einheiten = 58 halbe Meter = 29^{m} als Gesammthöhe des Baumes.

Liegt jedoch der Visirpunkt des Beobachters tiefer als der unterste Punkt des Baumes, so wird sich in beiden Visuren, nach dem Gipfel und nach dem Fuße, das Loth si nach ein und derselben Seite, nämlich gegen vC hin neigen, und man wird in diesem Falle die richtige Höhe erhalten, wenn man die kleinere abzulesende Zahl von der größeren abzieht. Hieraus ergibt sich folgende Regel:

Kommt bei dem Anvisiren das Lineal sw auf beide Seiten der Linie sv zu liegen, so werden die Zahlen addirt; verbleibt dieses jedoch nur auf einer Seite der Linie sv, so wird die kleinere Zahl von der größeren

abgezogen, wenn man die Höhe eines Gegenstandes oder eines Theiles desselben haben will.

Da die Theilung an dem Instrumente nur bis zu 5 Einheiten durchgeführt ist, so werden die einzelnen Theile nach dem Augenmaße eingeschätzt.

Der Winkler'sche Höhenmesser dient auch zum Messen der Baumdurchmesser an jeder beliebigen Stelle des Baumes. Es sind zu diesem Zwecke die noch aus der Figur 40 ersichtlichen Vorrichtungen angebracht, auf welche wir im folgenden §. zurückkommen werden.

Wer sich für eine vollständige Beschreibung und Gebrauchsanweisung des Winkler'schen Dendrometers interessirt, der lese nach in Winkler's „Anleitung zur Construktion und dem Gebrauche eines einfachen Taschen-Dendrometers. Zweite ganz umgearbeitete Auflage. Wien 1846."

Im Jahr 1864 hat F. Großbauer, Professor an der K. K. Forstakademie zu Mariabrunn, an dem Winkler'schen Dendrometer einige Abänderungen angebracht, denselben mit einem Stativ einer Wasserwage u. s. w. versehen, wodurch das Instrument jetzt auch zum Abstecken rechter Winkel, zur Aufnahme kleiner Flächen, zur Tracirung von Waldwegen und anderen Nivellirarbeiten brauchbar geworden ist. Das so abgeänderte Instrument fertigt Mechaniker J. Schablaß in Wien sammt Libelle und Etui um ca. 30 fl. östr. Währung.

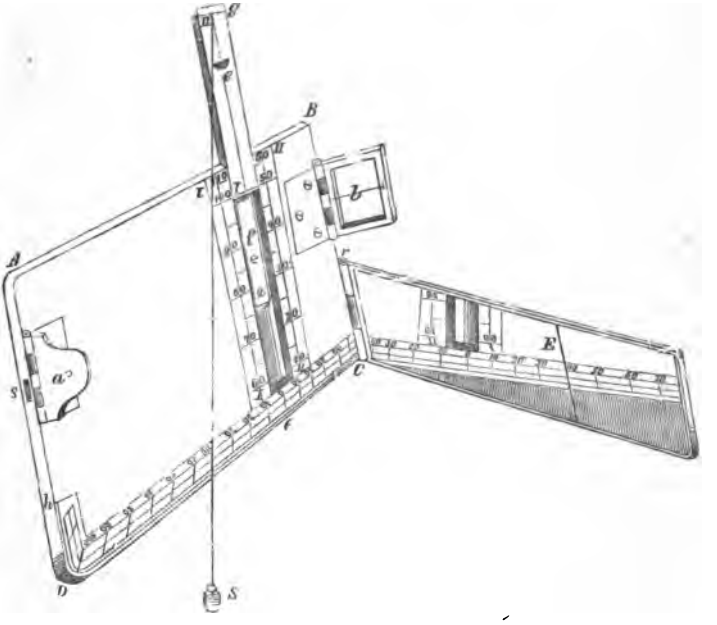
E. Der Spiegelhypsometer von Faustmann. *)

Er sucht einige Mängel der früheren Höhenmesser zu beseitigen, enthält mehrere wesentliche Verbesserungen und ist für den praktischen Gebrauch wegen seiner Genauigkeit, Einfachheit und Billigkeit sehr zu empfehlen. Er besitzt Brieftaschenformat, wird ohne Stativ gebraucht, hat ein ähnliches rechteckiges Brettchen A B C D von 18,5 cm Länge und 8 cm Breite, wie das Winkler'sche Instrument, und ist so konstruirt, daß er in der Ruhe bequem in ein einfaches Pappdeckelfuteral gesteckt und in der Rocktasche nachgetragen werden kann. Außer dem rechtwinkeligen hölzernen Brettchen A B C D

*) Zu beziehen bei dem großh. Hess. Oberförster Faustmann in Babenhausen um den geringen Preis von 5 Mark für Fußmaß und 6 Mark für Fuß- und Metermaß.

(Fig. 41) besitzt der Hypsometer noch eine Dioptervorrichtung a b, eine Höhenskala CDh, einen Beobachtungsspiegel E und ein an dem Schieber e aufgehängtes Senkel g S.

Fig. 41.



Die Diopter dienen zum Einvisiren der Höhenpunkte, und bestehen aus einer Okularöffnung a zum Durchsehen und einem mit einem Roßhaare gespannten Objektiv b. Beide sind von Messing und zum Umlegen auf das Brettchen eingerichtet.

Die Höhenskala CDh, deßhalb so genannt, weil an ihr die Höhen direkt abgelesen werden, ist parallel zur Visirrichtung a b am unteren Rande C D des Brettchens aufgeklebt, und setzt sich von da aus nach Dh hin noch ein Stück weiter fort. Diese Skala besteht aus einem schmalen mit durchsichtigem Firniß überzogenen Papierstreifen, und ist bei der neuesten auch für Metermaß eingerichteten Konstruktion in 1 mm lange vollkommen gleiche Theile in der Art getheilt, daß sie, von dem Nullpunkt e an gerechnet, 150 Theile in der Richtung von e nach D hin und 50 Theile von e nach C hin enthält. Die Theilstriche sind diametral von einem

Punkte g aus gezogen, welcher in der Ebene des Brettchens senkrecht über dem Nullpunkte e um 100 Skalastriche von demselben entfernt liegt. In der Figur sind die Theilstriche nur von 10 zu 10 gezogen, in der Wirklichkeit ist aber ein jedes solches Intervall nochmals in 10 Theile getheilt. Will man die Baumhöhe in Fußen messen, so stellt an der Höhenskala jedes Theilstrichelchen einen solchen vor. Wünscht man dagegen die Höhe in Metern, so bilden fünf Theilstriche einen Meter, so daß das Instrument eine Ablesung bis 0,2 m Höhe gestattet. An den neuesten Instrumenten hat daher auch Faustmann eine Fuß- und eine Meterskala angebracht.

Der Beobachtungsspiegel E besitzt die Länge des Brettchens, ist 2,6 cm breit, in Messingblech gefaßt und um die Axe rC drehbar, so daß er bei der Ruhe auf das Brettchen A B C D aufgelegt und mit demselben in das Futteral gesteckt werden kann. Da bei dem Gebrauche dieses Instrumentes die Höhenskala ein Bild in den ebenen Spiegel wirft, so ist man im Stande, das Visiren nach den Höhenpunkten und das Ablesen der Höhen gleichzeitig vorzunehmen, ein Vorzug, den keines der seitherigen Höheninstrumente besaß.

Der hölzerne Schieber e läßt sich senkrecht über der Höhenskala in einem in das Brettchen eingelassenen Falze f bewegen, und damit er sich an jeder Stelle des Falzes feststellen läßt, ist in letzterem eine Feder von Messingblech angebracht, welche den Schieber fortwährend an die schrägen Wände des Falzes andrückt. Durch diese Konstruktion hat die Höhenmeßkunst eine wesentliche Verbesserung erfahren, weil nach derselben der Aufhängepunkt g des Senkels gS, welcher bis jetzt an derartigen Instrumenten unbeweglich war, mit dem Schieber e auf- und abgeschoben werden kann. Hierdurch wurde es möglich, den Aufhängepunkt des Senkels für jede beliebige Standlinie einzustellen, während man z. B. bei dem Winkler'schen Höhenmesser nur bei den Standlinien 20, 40, 60 und 80 Fuß (Einheiten) Messungen vornehmen kann. Zur Beurtheilung der Stellung des Schiebers dienen die auf beiden Seiten des Falzes, in demselben Maße wie die Theile der Höhenskala, aufgetragenen Skalen I und II, und die mit denselben römischen Ziffern bezeichneten Striche auf dem Schieber.

Die Skale I und II repräsentirt, wie bei dem Winkler'schen Instrumente, gewissermaßen die Stand- oder Distanzlinie im ver-

jüngten Maßstabe, wird daher auch Distanzskala genannt. Natürlich sind 10, 20 oder 30 Theile der Distanzskala gerade so groß, wie 10, 20 oder 30 Theile der Höhenskala.

Die Entfernung der Striche zwischen I und II auf dem Schieber beträgt 60 Theile der Höhen- oder auch Distanzskala, und da sich der Schieber beliebig herausziehen und wieder mit dem Ende I oder II in den Falz stecken läßt, so ist man dadurch im Stande, den Aufhängepunkt g des Senkels der Höhenskala bis auf 10 Skalatheile zu nähern, und ihn auch wieder bis auf 70 + 60 = 130 Skalatheile zu entfernen, d. h. man ist in der Lage, die Standlinien von 5 bis 130 Fuß oder 1 bis 26 m annehmen zu können. Bei dem Gebrauche hat man sich nur zu merken, daß der Schieberstrich I der Distanzskala I, der Schieber II aber der Distanzskala II entspricht.

Soll nämlich die Entfernung des Aufhängepunktes des Senkels 10 bis 70 Theile (Fuß) betragen, so wird das Ende II des Schiebers eingeschoben; soll die Entfernung aber 70 bis 130 Theile enthalten, so steckt man das Schieberende I in den Falz. In der Zeichnung ist der Aufhängepunkt um 100 Theile von der Höhenskala entfernt, die Standlinie beträgt daher in diesem Falle 100′ oder 20 m.

Das Senkel gS besteht aus einem an einem seidenen Faden hängenden Bleistäbchen S, welches in der Ruhe in die an dem Okular angebrachte Oeffnung s eingesteckt wird.

Die Theorie dieses Instrumentes stimmt mit der des Winkler'schen Höhenmessers ganz überein, wir haben daher nur über den Gebrauch desselben noch einige Worte beizufügen.

Soll die Höhe eines Baumes gemessen werden, so wählt man zunächst einen Standpunkt, von welchem aus man sowohl die Spitze als den Fuß des Baumes erblicken kann, und wo möglich in solcher Entfernung, daß die Höhe des Baumes beiläufig der Standlinie gleich kommt. Die Standlinie wird in derjenigen Maßeinheit gemessen, in welcher man die Höhe des Baumes zu haben wünscht. Angenommen, sie betrage 100 Fuß, so bringt man den Schieberstrich I genau mit dem Striche 100 der Distanzskala I in Uebereinstimmung, richtet alsdann das Okular und Objektiv auf, nimmt das Senkel S aus seinem Behälter s heraus, läßt es frei an dem Brettchen ABCD schwingen, indem man den Spiegel öffnet,

und mit der Visirvorrichtung genau die Spitze des Baumes anvisirt. Da bei gehöriger Oeffnung des Spiegels in demselben die Höhenskala und der Stand des Senkels sichtbar ist, so hat man nur nöthig, einen Blick in den Spiegel zu werfen und die Zahl, welche der Senkelfaden angibt, in der Zeichnung 40, abzulesen.

Hierauf visirt man ebenfalls nach dem Fuße des Baumes und merkt sich die Ziffer, welche dann zu der vorigen Zahl addirt die ganze Höhe des Baumes direkt gibt, wenn der Beobachter höher als der Fußpunkt des Baumes steht. In diesem Falle wird auch der Faden bei der zweiten Figur stets auf die Seite eC des Brettchens fallen. Sollte sich der Beobachter jedoch tiefer als der Fußpunkt des Baumes befinden, so wird bei beiden Visuren, aus demselben Grunde wie bei dem Winkler'schen Höhenmesser, der Senkelfaden zwischen e und D zu liegen kommen, in welchem Falle dann immer die kleinere Zahl von der größeren abgezogen werden muß, um zur wirklichen Höhe zu gelangen.

Wünscht man die Höhe jedoch in Metern und geraden Decimetern, dann muß natürlich die Standlinie in Metern gemessen und der Schieber auf den gemessenen Betrag eingestellt werden.

Der Faustmann'sche Höhenmesser eignet sich auch zu groben Nivellirarbeiten, z. B. zum Abstecken von Waldwegen. Wünscht man das Gefälle in Prozenten, dann stellt man den Schieber auf 100, soll aber die Visirrichtung eine horizontale sein, so läßt man das Pendel, bei beliebiger Schieberstellung, auf 0 einspielen. Zu Nivellirungsarbeiten befestigen wir den Faustmann'schen Höhenmesser jedoch auf einem einfachen Stockstative.*)

F. Der Höhenmesser von Weise.

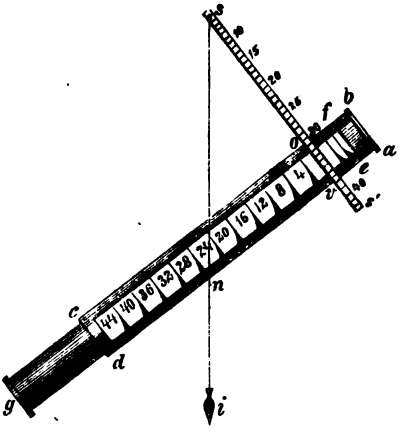
Dieser neueste Höhenmesser ist offenbar dem Faustmann'schen nachgebildet, von demselben aber doch wesentlich verschieden, so daß wir ihn hier kurz beschreiben wollen, weil er möglicher Weise eine größere Verbreitung finden kann. Wir folgen hierbei der Beschreibung, wie sie Bernhard im VI. Band, Heft 1 der Dankel-

*) Vergleiche in dieser Beziehung unsern Artikel: „Zwei einfache forstliche Vermessungsinstrumente," Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1871 von Baur, Seite 41 bis 52.

mann'schen Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen gibt. Figur 42 stellt das Instrument, in $^1/_3$ der Natur gezeichnet, in seinen wesentlichen Bestandtheilen vor.

Ein 15 cm langes und 2 cm dickes Messingrohr abcd enthält 0,75 cm vor seinem einen Ende ein einfaches Fadenkreuz ef. In diese Röhre paßt ein 12 cm langes Einschiebrohr, welches an seinem einen Ende eine feine Okularöffnung g hat, an seinem andern Ende aber einen Verschluß durch einen Messingstopfen besitzt, damit in dem Rohre das noch zu beschreibende Basisstäbchen mit Loth aufbewahrt werden kann. Auf dem äußeren Messingrohr abcd ist auf Messingunterlagen ein 1,5 cm breiter Messingstreifen ce festgeschraubt, welcher, ähnlich dem Faustmann'schen Instrument, die Höhenskala (den Höhenweiser) enthält.

Fig. 42.



Die an der Seite des Fadenkreuzes ef liegende Unterlage ist parallel dem Messingblatt und dem einen Faden des Fadenkreuzes, und zwar genau an dem dem Nullpunkt der Höhenskala entsprechenden Punkt prismatisch durchbohrt, so daß in die Durchbohrung das 10 cm lange messingene Basisstäbchen ss' eingeschoben werden kann. An dem Nullpunkt s des Basisstäbchens ist ein spitzkugelförmiges Loth si von Messing befestigt.

Die Höhenskala ce ist von v bis d in 45 gleiche Theile (Meter) und jeder Theil durch kurze Theilstrichelchen wieder in zwei gleiche Hälften (halbe Meter) getheilt, so daß eine Ablesung von halben zu halben Metern bis zu 45 Meter möglich ist. Der Theil von v bis e derselben Skala ist nur in 10 gleiche Theile à $^1/_2$ Meter eingetheilt. Auf der Zeichnung haben wir die Theilstriche jedoch, um dieselbe nicht mit Zahlen zu überladen, nur von 4 zu 4 Meter aufgetragen. Am unteren Rande der Höhenskala sind die einzelnen Theilstrichelchen alle etwas gezackt, damit sich das Loth leichter

an der richtigen Stelle fängt. In dieselben gleichen Theilchen wie die Höhenskala ist auch das Basisstäbchen ss' getheilt und da 5 Theile in dem Höhenskalablatt liegen, so beginnt die Theilung an dem Befestigungspunkt s des Lothes erst mit 5 und setzt sich bis 42 fort. Das Basisstäbchen kann natürlich auf jeden beliebigen Theilstrich bis zu 42 eingestellt werden.

Der Gebrauch des Instrumentes ist nun ein sehr einfacher. Man mißt eine passende Standlinie in Metern, stellt das Basisstäbchen in den entsprechenden Theilstrich ein, visirt hierauf nach dem Gipfel und dann nach dem Fuße des Baumes und liest, nachdem sich das Loth an dem richtigen Punkt der gezackten Höhenskala gefangen hat, den Betrag in Metern und halben Metern ab. Zu diesem Behufe wird vorher das Instrument vorsichtig vom Auge herunter genommen, wobei eine Verrückung des Pendels kaum möglich sein dürfte, weil ja die Höhenskala am unteren Rande, wie das die Figur zeigt, etwas gezackt ist.

Jedenfalls ist das Instrument sehr dauerhaft und kompendiös, auch soll das Ablesen bequem und sicher sein. Eigene Erfahrungen liegen uns noch nicht vor.

Der Weise'sche Höhenmesser wird von Mechanikus Buddendorf in Berlin für den Preis von 4 Thalern angefertigt.

G. Der Dendrometer von Hanlaville.

Dieses Instrument gehört den älteren Dendrometern an, denn es ist schon in einer Winkler'schen Schrift über Höhenmesser, Wien 1846, sodann auch in der Lemoch'schen Geodäsie von 1856 beschrieben. Da dasselbe in der Theorie fast ganz mit dem in neuester Zeit veröffentlichten Dendrometer von E. Heyer und Staudinger*) übereinstimmt, auch im Augenblick wieder mehr Verehrer gefunden hat, endlich eine andere Grundlage als die bereits beschriebenen Instrumente besitzt, so dürfen wir es hier nicht wohl übergehen. Bei der Beschreibung folgen wir ganz der Darstellung Professor

*) Vergleiche Verhandlungen der XX. Versammlung süddeutscher Forstwirthe in Aschaffenburg 1869.

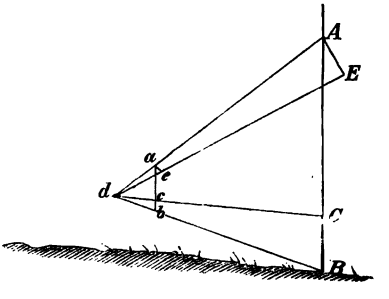
Langenbachers in unserer Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, 1870, Seite 253.

Bei allen Pendelinstrumenten hängt die Genauigkeit des Anvisirens und die Pendellage mehr oder weniger von dem Grad der Luftbewegung und der Sicherheit der Hand ab, in welcher dasselbe beim Gebrauch gehalten wird. Das Sanlaville'sche Instrument ist frei von diesen Gebrechen, da das Pendel durch eine Wasserwage, die Hand durch ein einfaches dreibeiniges Stativ ersetzt wird. Weiter dient dasselbe zum Messen der Baumdurchmesser, zum Nivelliren, zur Tracirung von Waldwegen, zur Festlegung von Schichtenkurven u. s. w.

a. Theorie des Instrumentes. 1) Um die Länge der Vertikalen AB (Fig. 43) zu bestimmen, setzen wir die Linie BC, welche irgend eine Maßeinheit, z. B. einen Meter bedeuten kann, als bekannt voraus; ebenso sei ab vertikal, d. h. parallel zu AB aufgestellt. Die Punkte a, c, b stellen Objektive vor, d sei ein Okular, so daß die drei Visuren dA, dC und dB möglich werden. Denkt man sich nun unter bc die verjüngte Maßeinheit von BC, so muß — wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke abd und ABd, sowie bcd und BCd — sich bc auf ab gerade so oft auftragen lassen, als BC auf AB, d. h. AB wird gerade so viel wirkliche Meter messen, als die Linie ab verjüngte Meter zeigt. Mißt man daher die Länge ab ausgedrückt in Einheiten von bc, so erhält man dadurch die Höhe AB ausgedrückt in der Maßeinheit BC.

2) Will man eine Horizontale AE, etwa den Durchmesser eines Baumes bestimmen, und es stellen a und e zwei wagerechte Objektive vor, so kann man dA und dE wieder als zwei von dem Okular d ausgehende Visuren betrachten, und es ist ae das verjüngte Bild von AE. Ist nun ae ein Maßstab, dessen Einheit cb, so wird, wie leicht einzusehen, die Anzahl Einheiten in ae gleich der Anzahl Einheiten CB

Fig. 43.

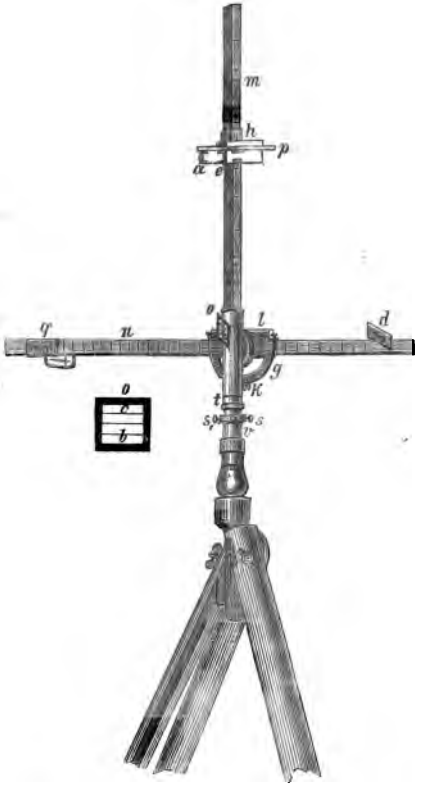


in AE sein müssen, d. h. so viel verjüngte Meter die Linie ae mißt, eben so viele wirkliche Meter entsprechen der Linie AE.*)

3) Wäre endlich die Länge dB zu messen, so verhält sich: db : dB = cb : cB und da cb = CB = 1, so ist auch db = dB, d. h. stellt db einen Maßstab vor, auf welchem cb als Maßeinheit aufgetragen ist, so entspricht die Anzahl Einheiten auf der Linie db der Anzahl Einheiten CB auf der Linie dB.

b. Beschreibung des Instrumentes. „Denkt man sich die in Fig. 43 angedeuteten Punkte d, a, e, c, b und die entsprechenden Maßstäbe ab, ae und db materiell dargestellt, ferner eine Vorrichtung, die es möglich macht, den Maßstab ab vertikal zu stellen, und bringt man das Ganze in Verbindung mit einem entsprechenden Stative, so ist das Bild des Sanlaville'schen Dendrometers in der Grundidee vollendet." Figur 44 zeigt das Instrument, wie es Mechanikus J. Schablaß in Wien (Josephsstadt, Piaristenstraße) für 30 Gulden östr. Währung = 60 Mark anfertigt.

Fig. 44.



„Der aufrecht stehende Stab m sitzt mittelst Nuß in der Hülse v und kann durch die vier Schrauben s, s, wovon je zwei diametral gestellt sind, in die vertikale Lage gebracht werden. Der Theil über o hat einen quadratischen Quer-

*) Beweis: Es verhält sich: ab : AB = da : dA und ae : AE = da : dA, daher auch ab : AB = ae : AE; sind nun AB = n Meter, ab = n verjüngte Meter, ae = m verjüngte Meter und AE = x Meter, so hat man: n : n = m : x, oder x = m.

schnitt, während der unter o liegende Theil des Stabes cylindrisch ist. Bei o sind beide Theile durch Schraubenschnitt mit einander verbunden. Bei t dreht sich der Stab um einen vertikalen, mit der Nuß in Verbindung stehenden Zapfen. Auf dem Stabe m ist eine Hülse h beweglich, und erhält sich durch Reibung in der Lage, welche man der ersteren hier gibt. ap ist ein in wagerechter Richtung beweglicher Theil und ermöglicht die Entfernung der beiden Punkte e und a von Null bis zu einer gewissen Grenze beliebig herzustellen. An dem cylinderischen Theile des aufgerichteten Stabes liegt der Drehungspunkt für einen kleinen Gradbogen g, der in halbe Grade getheilt seinen Nullpunkt in der Mitte trägt, und durch die Klemmschraube k, die an eine bewegliche, gegen den Gradbogen hin zugeschärfte und mit einem Index versehene Backe drückt, festgestellt werden kann. In der Figur ist uns die Rückseite des Gradbogens zugekehrt. An dem oberen Theile des letzteren ist eine Hülse angebracht, in welcher die liegende Schiene n so steckt, daß sie durch eine Feder, auf welche eine Klemmschraube wirkt, festgestellt werden kann. An dem einen Ende d hat die Schiene eine Oeffnung, in welche der Stiel einer kleinen, schwarzlackirten Messingplatte paßt, die in ihrer Drehungsaxe drei kleine Durchbrechungen (Okulare) zeigt. Der Okularplatte gegenüber ist an dem cylinderischen Theile des aufrecht stehendes Stabes ein schwarzlackirtes Messingrähmchen o angebracht, in welchem drei in gleichen Abständen zu einander parallele, bei vertikaler Stellung des Stabes m horizontal liegende Fäden eingespannt sind. Der Abstand der äußersten Fäden b und c ist hier die verjüngte Maßeinheit und sohin der Theorie zufolge die Basis der am Instrumente vorkommenden Theilungen.

Für die Theilung des aufrecht stehenden Stabes ist der unterste Faden b der Nullpunkt, und beginnt daher die wirkliche Theilung mit der dritten Einheit am prismatischen Theile und geht, wenn wie seither etwa die östr. Klafter die Einheit des Maßes bildet, bis auf 32, bei Metermaß wird man dagegen die Eintheilung bis auf 50 ausführen. Stellt die aufgetragene Einheit eine verjüngte Klafter (6 östr. Fuß) vor, so wird sie noch zum Behufe einer genaueren Ablesung in 6 Unterabtheilungen gebracht, wo dann jede einen verjüngten Fuß repräsentirt. Ist die verjüngte Einheit dagegen 1 m, so kann man dieselbe noch in 5 Unterabtheilungen von 0,2 m bringen.

„Die Eintheilung der liegenden Schiene n und die Bezifferung der ersteren ist unter Beibehaltung derselben verjüngten Einheit bc so getroffen, daß an der zugeschärften Kante der Hülse bei r die Entfernung des Okulars d von dem Objekte auf Fuße, bei Metermaß aber auf 0,2 m, genau abgelesen werden kann. Die Linie, in welcher die Okularöffnungen angebracht sind, steht senkrecht auf der getheilten Seite der Schiene n und geht parallel mit den Fäden bei o, wie auch mit der untersten Kante der Hülse h. Die letztere muß auch mit dem Rähmchen in einerlei Ebene liegen."

Auf dem beweglichen Theile ap der Hülse h, welcher zum Ablesen der Durchmesser dient, ist die verjüngte Einheit bc 3mal aufgetragen und bis auf halbe Fuß getheilt. Mit Hülfe eines Nonius können jedoch 1/2 östr. Zolle abgelesen werden. Eine ähnliche Einrichtung, welche ein Ablesen bis zu 1 oder 0,5 cm ermöglicht, kann für Metermaß getroffen werden.

„Limbus und Nonius liegen so, daß wenn der Punkt a mit e zusammenfällt, auch die Nullpunkte der beiden ersteren coincidiren."

Das Ganze ist, wie die Figur zeigt, auf ein dreibeiniges Zapfenstativ aufgesetzt.

Zu dem soeben beschriebenen Instrumente gehört noch ein sogenanntes Normalmaß BC (Fig. 43), d. h. ein Stab von gewisser Länge (1 Klafter, 1 Meter ꝛc.). Am besten eignet sich hiefür eine Nivellirlatte mit einer am oberen Ende fixgestellten und einer zweiten längs der Latte beweglichen Zielscheibe, so daß man nach Bedürfniß die Länge des sogenannten Normalmaßes ändern, zu gleicher Zeit aber dasselbe auch beim Nivelliren gebrauchen kann.

c. Gebrauchsanweisung. 1) Um die vertikale Entfernung irgend eines Punktes am Baumstamme vom Stammende zu erfahren, stellt man das Normalmaß an dem letzteren vertikal auf und sucht für das Instrument einen passenden Standort. Hier wird das Stativ auf dem Boden so aufgesetzt, daß der aufrecht stehende Stab schon nahezu die vertikale Richtung erhält, nachdem man die Stativfüße in den Boden eingedrückt hat. Die feinere Vertikalstellung geschieht mit Hilfe der am Instrumente angebrachten Libelle, indem man dieselbe zunächst in die Richtung des einen Paares von einander entgegengesetzt wirkenden Stellschrauben bringt und hier horizontal stellt, und dasselbe auch bei dem anderen Paare bewerkstelligt und diese Arbeit an den Schraubenpaaren wechselnd so lange

wiederholt, bis die Blase der Libelle während einer Drehung der letzteren um den vertikalen Stab nicht mehr aus dem Spielpunkte tritt. Nicht zu vergessen ist auch der Umstand, daß vor der eben beschriebenen Operation der Nullpunkt der Gradtheilung in Uebereinstimmung mit dem zugehörigen Index gebracht werden muß. Nun visirt man durch eine der Okularöffnungen bei d über die Fäden b und c auf die beiden Endpunkte des Normalmaßes, indem nach Bedürfniß das Okular d und das Objektiv einander genähert oder von einander entfernt werden, und der Schiene durch die am Gradbogen mögliche Drehung in der Vertikalebene die passende Richtung gegeben wird. Gibt man nun der Hülse h am Stabe m jene Stellung, bei welcher die Visur von d, an der unteren Kante von a und e vorübergehend, den zu ermittelnden Höhenpunkt am Baumstamme trifft, so ist die Ablesung, die man an dem Stabe m bei der unteren zugeschärften Kante der Hülse h macht, der direkte Ausdruck für die fragliche Höhe.

Waren die beiden Zielscheiben des Normalmaßes auf 1 m gestellt, so gibt auch die Ablesung unmittelbar Meter und Dezimaltheile desselben.

Ist das Normalmaß auf eine halbe Klafter gestellt, und man benutzt zur Visur den untersten und den mittleren Faden, so ist die Ablesung wie im vorhergehenden Falle als das unmittelbare Resultat der Messung anzusehen.

Man gibt oft dem Normalmaße die Länge von 1 m, und benutzt den untersten und den mittleren Faden zur Visur; aus leicht begreiflichen Gründen ist dann die gemachte Ablesung mit 2 zu multipliciren, um die Anzahl Meter zu erfahren, die der gemessenen Höhe entsprechen; oder es wird das Normalmaß auf 0,5 m gestellt und die Visur über b und c vorgenommen; dann ist, wie leicht einzusehen, die Ablesung durch 2 zu dividiren.

Von den beiden letzt angeführten Fällen wird der erste bei der Messung von entfernteren, der zweite von näher an dem zu messenden Objekte gewählten Standpunkten mit Vortheil anzuwenden sein.

Dasselbe ist auch bei den folgenden Punkten 2, 3 und 4 zu berücksichtigen.

2) Ist der Durchmesser eines stehenden Baumes mit dem Dendrometer von Sanlaville zu ermitteln, so gibt man dem In-

strumente die Stellung wie in 1, verschiebt a p an der Hülse h so, daß die von d ausgehenden, die Spitzen a und e berührenden Visuren den Baumstamm an jener Stelle zu beiden Seiten tangiren, an welcher man den Durchmesser bestimmen will. Die Ablesung von der Hülse h gibt den Durchmesser in Fußen und Zollen, bei Metermaß aber in Centimetern.

3) Sehr leicht wird es, mit diesem Instrumente die Richtpunktshöhe (siehe Preßler's Kubirungsmethode stehender Bäume) zu finden. Mit einer Kluppe allenfalls wird an entsprechender Stelle (Brusthöhe, Kopfhöhe) der Durchmesser des Baumstammes ermittelt, a e auf das halbe Maß desselben gestellt, und bei entsprechendem Stande des Instrumentes (wie in 1) die Hülse so lange an m verschoben, bis die Visuren d a und d e die Contour des Stammes berühren. Die Ablesung auf m bei der unteren Kante der Hülse h gibt die Richtpunktshöhe.

4) Daß man bei dem richtigen Stande des Instrumentes (wie in 1) an der Schiene n bei der zugeschärften Kante r die Distanz des Okulars vom Normalmaße ablesen kann, wenn man sie braucht, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Handelt es sich um die auf den Horizont reduzirte Distanz (d), so wird neben der schiefen Distanz d der Neigungswinkel α, welchen letztere mit dem Horizonte einschließt, am Gradbogen g abgelesen, und die Berechnung der Reduzirten zu Hause nach der Formel $s = d \cdot \cos \alpha$ vorgenommen.

5) Zum Behufe des Nivellirens wird die Okularplatte d auf der nicht getheilten Seite der Schiene in dieselbe Oeffnung derselben mit dem Stiele eingeschoben und an das entgegengesetzte Ende q eine Hülse mit einem kleinen Rähmchen befestigt. In dem letzteren sind 2 unter einem rechten Winkel sich kreuzende Fäden gespannt, wovon der eine die horizontale Lage erhält, sobald der Stab m vertikal gestellt ist. Ob die Visur von d über dem horizontalen Faden wagrecht ist, sobald die Blase der Libelle einspielt, wird so untersucht, wie bei ähnlichen Nivellirinstrumenten (Quecksilberwage, Nivellirdiopter) und solchen Nivellirinstrumenten, bei welchen Fernrohr und Libelle fest verbunden sind. Die Praxis ist dieselbe wie bei den eben angeführten Instrumenten.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß der Transport des Instrumentes wesentlich dadurch erleichtert wird, daß die Stäbe m und n in den Stativfüßen untergebracht werden können, das Uebrige aber in einem kleinen Etui, das man in der Tasche mit sich führen kann,

Platz findet. Die Prüfung und mögliche Rektifikation sind so einfach, daß wir an diesem Orte darauf verzichten, etwas darüber zu erwähnen."

Unter den vorstehend beschriebenen Höhenmessern zeichnet sich immer noch der Faustmann'sche durch Einfachheit und namentlich auch größte Billigkeit aus. Wer jedoch eine besondere Freude am Studium der forstlichen Höhenmesser hat, den erinnern wir unter andern noch an folgende Instrumente:

1. Der König'sche Höhenmesser (Meßbrettchen oder Rechteck der Alten), beschrieben in König's Forstmathematik, Stahl's Massentafeln, Heyer's forststatischen Untersuchungen u. s. w.
2. Smalian's Höhenmesser, auch in Stahl's Massentafeln beschrieben.
3. Schmalkalder's Patent-Höhenmesser, beschrieben in Smalian's Beitrag zur Holzmeßkunst; auch in Kühne's: „Militärisches Zeichnen und Aufnehmen. Berlin 1835."
4. Preßler's Meßknecht als Baumhöhenmesser, beschrieben in dessen Meßknecht, Braunschweig 1854 und dessen neuen holzwirthschaftlichen Tafeln. Dresden 1857.
5. Breymann's Universalinstrument, beschrieben in dessen Schrift: „Anleitung zur Aufnahme der Holzmassen und Bestimmung der Formzahlen u. s. w. Wien 1857."
6. Dr. Th. Hartig liefert in der zehnten Auflage seiner Kubiktabellen mehrere Instrumente zum Messen der Baumhöhen und Stärken.

Ferner finden sich in verschiedenen Jahrgängen der „Allg. Forst- und Jagdzeitung" noch einige Höhenmesser verschiedener Erfinder beschrieben.

2. Von den Baumstärkenmessern.

§. 27.

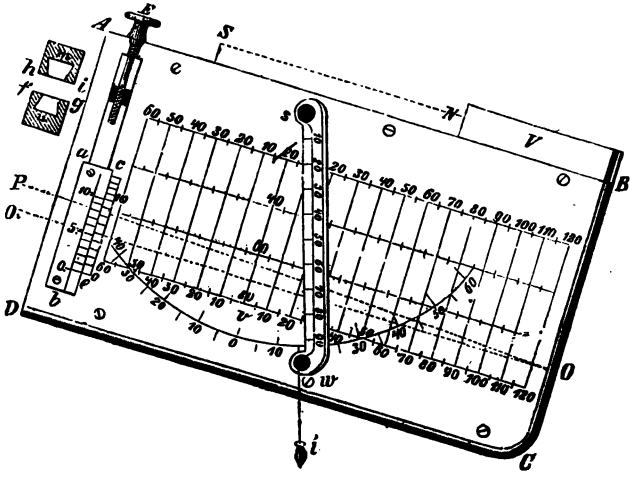
Die Aufgabe, wenigstens die Inhalte stehender Baumschäfte so genau wie an liegenden Bäumen zu bestimmen, läßt sich nur dann lösen, wenn nicht nur die Höhen derselben, sondern auch die Durchmesser an jeder beliebigen Stelle des stehenden Baumes so genau, wie mit der Kluppe, bestimmt werden. Wie man die Baumhöhen ermittelt, haben wir in §. 26 gezeigt, die Ermittlung der Baumdurchmesser ist Aufgabe der Stärkenmesser (Dendrometer).

Obgleich die Stärkenmesser in der forstlichen Praxis bis jetzt keine große Anwendung gefunden haben, so hat man doch in der neuesten Zeit auf dieselben mehr Aufmerksamkeit verwendet, und deßhalb dürfen wir dieselben hier nicht ganz übergehen, wenn wir uns auch auf das Nothwendigste aus dieser Lehre beschränken müssen.

Daß sich der Dendrometer von Sanlaville nicht nur zu Höhenmessungen, sondern auch zu Stärkenmessungen ganz gut eignet, wurde bereits §. 26. G. auseinandergesetzt, es genügt also hier, auf diese Thatsache nochmals hinzuweisen. Aber auch mit dem Winkler'schen Höhenmesser können die Durchmesser stehender Bäume gemessen werden; wie das geschieht, wollen wir jetzt noch kurz zeigen.

An der einen schmalen Seite BC des bereits beim Winkler'schen Höhenmesser beschriebenen Kästchens (Fig. 45) ist nämlich bei

Fig. 45.



O eine Okularritze und dieser gegenüber, an der andern schmalen Seite AD, eine hier unsichtbare Objektivöffnung angebracht. In letzterer befinden sich, in senkrechter Stellung zur getheilten Fläche ABCD, zwei durchbrochene Messingplättchen m und n, von welchen das untere n fest, das obere m aber mittelst der Schraube E gleichzeitig mit einer Noniusvorrichtung ab auf- und abgeschoben werden kann. Neben dem beweglichen Nonius ab ist der feste Limbus ce in der Ebene ABCD der Art eingeschnitten, daß, wenn mittelst der Schraube E der Nullpunkt des Nonius genau neben denjenigen des Limbus geschoben wird, die Kanten fg und hi der Plättchen m und n scharf an einander zu liegen kommen.

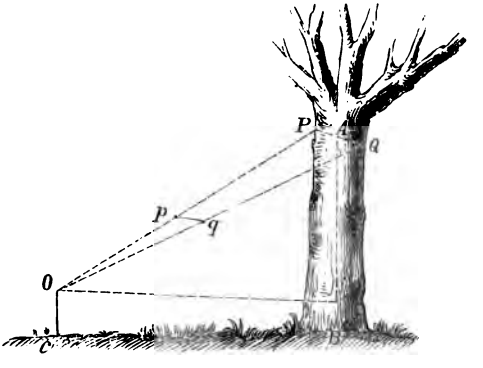
Wird nun mittelst der Mikrometerschraube E der Nonius ab und mit ihm das Plättchen m aufwärts bewegt, so entfernen sich

die Kanten f g und i h immer mehr von einander und man ist im Stande, indem man durch O sieht, jede beliebige Größe P Q eines Gegenstandes zwischen dieselben zu fassen und somit den Durchmesser eines Baumes in verjüngtem Maße zu bestimmen.

Da uns noch kein in Metermaß ausgeführtes Instrument zur Verfügung steht, so geben wir hier die weitere Einrichtung in östr. Maß; es ist jedoch selbstverständlich, daß eine ganz ähnliche Konstruktion für Metermaß ausgeführt werden kann. Die konstante Entfernung der Plättchen m und n von dem Okular O beträgt nämlich 5 Zoll, die Länge von 10 Theilen des Maßstabes c c aber $^5/_6$ Zoll, daher die Länge eines Theiles $^5/_6 . 10 = {}^5/_{60}$ Zoll und da der Nonius noch Zehntel eines solchen Theiles angibt, so kann der Abstand der Kanten f g und i h bis auf Hundertel eines Zolles angegeben werden.

Wäre nun der Durchmesser P Q des Baumes A B (Fig. 46) bei A zu bestimmen, so wählt man zuerst einen schicklichen Standpunkt C, visirt dann durch B (Fig. 45) nach A (Fig. 46) und liest an dem Lineal s w, wie bereits §. 26. D angegeben, die Entfernung (Hypothenuse) O A = O P = O Q ab. Hierauf sieht man mit dem Dendrometer durch das Okular O, läßt die Kante f g des Plättchens n genau an P tangiren und dreht die Mikrometerschraube E so lange, bis die Kante h i des Plättchens m scharf an Q hinstreift, worauf man den Abstand der Objektivfäden f g und h i an dem Nonius a b ablesen kann.

Fig. 46.



Drückt nun (Fig. 46) O den Augenpunkt, p q die Objektivöffnung des Instrumentes, P Q den zu messenden Durchmesser und O A die gemessene schiefe Entfernung aus, so folgt aus der Aehnlichkeit der Dreiecke O p q und O P Q die Proportion:

$$Op : OP = pq : PQ \text{ oder } PQ = \frac{OP}{Op} \times pq.$$

Nehmen wir nun an, die Entfernung pq habe man am Nonius = v Intervalle = v . 5/60 Zoll abgelesen, und es sei OP = OA = p Fuß gefunden worden, so geht letzte Gleichung, wenn man sich erinnert, daß die Konstante Op = 5″ = 5/12 Fuß ist, in folgende über:

$$PQ = \frac{\frac{p \,.\, v \,.\, 5}{60}}{\frac{5}{12}} = \frac{60 \,.\, p \,.\, v}{60 \,.\, 5} = \frac{p \,.\, v}{5} = \frac{2 \,.\, p \,.\, v}{10} \text{ Zoll.}$$

Wäre z. B. p = 36 Fuß, v = 1,6 Intervallen, dann ist der Durchmesser:

$$PQ = \frac{2 \,.\, 36 \,.\, 1{,}6}{10} = \frac{115{,}2}{10} = 11{,}52 \text{ Zoll.}$$

Um jedoch in jedem einzelnen Falle die Rechnung ganz zu ersparen, hat Großbauer*) für alle vorkommende Fälle eine Tafel berechnet, mittelst welcher man den wirklichen Durchmesser direkt ablesen kann, wenn die Entfernung des Durchmessers vom Auge, sowie die Ablesungen an Limbus und Nonius gegeben sind.

So genau nach Vorstehendem die Bestimmung der Durchmesser stehender Bäume auch zu sein scheint, so kommen bei derselben doch verschiedene Fehlerquellen vor, welche die Richtigkeit der Resultate unter Umständen wesentlich zu beeinträchtigen vermögen. Dahin gehört die Dicke der Objektivfäden, die Unsicherheit des Einstellens derselben, die schlechte Beleuchtung der betreffenden Stelle des Durchmessers in geschlossenen Beständen, die Unebenheiten der Baumrinde, die Ungleichheit der Durchmesser an ein und derselben Stelle des Baumes selbst, u. s. w.

Diese Fehlerquellen ließen sich allerdings durch Anwendung von Fernrohrinstrumenten auf ein möglichst kleines Maß zurückführen und hat Breymann in der That ein solches Instrument konstruirt. Da uns dasselbe jedoch nicht zur Verfügung steht, wir überhaupt nicht glauben, daß es wegen seines sehr hohen Preises je eine größere Verbreitung in der forstlichen Praxis finden wird,

*) Vergleiche F. Großbauer: Der Winkler'sche Taschendendrometer. Wien 1864.

so nehmen wir von einer Beschreibung desselben Abstand. Wer sich näher für dieses Instrument interessirt, der lese über dasselbe nach: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1868, Seite 201.

II. Von den verschiedenen Methoden der Schätzung und Kubirung stehender Bäume.

1. Von der Okularschätzung.

§. 28.

Diese älteste aller Methoden war in früheren Zeiten, wo es noch an einfachen Instrumenten und mathematischen Hilfsmitteln fehlte, man überhaupt wegen überfülltem Holzmarkte und Mangel an vortheilhaften Holzpreisen noch nicht auf eine genaue kubische Berechnung und Verwerthung der Hölzer sah, sehr üblich. Sie kommt jetzt noch in manchen Gegenden und insbesondere in jenen holzreichen Gegenden in Anwendung, wo man es aus Mangel an billigen Arbeitskräften oder aus andern Gründen für vortheilhafter hält, das Holz noch auf dem Stocke gegen eine gewisse Summe abzugeben, es aber nicht, wie dies eine ordnungsmäßige und geregelte Waldwirthschaft verlangt, vorher fällen und in ortsüblichen, genau kubirbaren Verkaufsmaßen aufarbeiten läßt.

Die Methode beruht auf einer reinen Schätzung, indem man die Bäume gutächtlich nach Kubikfußen, Klaftern, Kubikmetern oder Theilen derselben anspricht. Bei einem solchen Verfahren wird dann auch in der Regel nur die Schaftholzmasse in Rechnung gezogen, weil die geringeren Sortimente, wie Ast- und Stockholz, meist nicht preiswürdig genug sind, um sie verwerthen zu können.

Eine derartige Schätzung einzelner stehender Bäume kann nur derjenige mit einiger Sicherheit vornehmen, welcher in diesem Geschäfte hinreichende Erfahrung besitzt und sein Auge in den jährlichen Holzschlägen durch vorheriges Einschätzen liegender oder stehender Bäume und alsbaldige Vergleichung mit dem wirklichen Ergebnisse genugsam geübt hat. Alte, erfahrene Holzhauer, mit Ehrgefühl und praktischem Blicke ausgestattet, besitzen hierbei meist eine größere Uebung als der Forstbeamte selbst, dem meistens die nöthige Zeit fehlt, um sich in dieser Beziehung vollständig auszubilden.

Junge, unerfahrene Forstmänner werden daher immer klüger thun, im Falle sie wirklich einmal in die Lage kommen sollten, einzelne stehende Bäume auf ihren Inhalt anzusprechen — ein Fall, der übrigens nur noch selten vorkommen dürfte — sich nicht der Okularschätzung, sondern einer der jetzt folgenden Methoden zu bedienen; sie werden dadurch, wie wir später zeigen werden, sicher in fast derselben Zeit und ohne besondere Mühe und mit geringen Mitteln weit brauchbarere Resultate erhalten.

Selbst einen guten Okularschätzer vorausgesetzt, muß man gegen dessen Resultate immer gerechtes Mißtrauen haben, weil hierbei nicht allein sehr viel von dem Baume und dem Augenmaß des Schätzers, sondern auch von der Witterung, der Lage (ob eben oder bergig) und dem Umstande abhängt, ob man z. B. im Gebirge den Blick von unten nach oben oder von oben nach unten richtet.

Wenn sich auch die Schätzungsfehler bei einer größeren Anzahl von Schätzungen wieder einigermaßen ausgleichen mögen, so wird man im einzelnen Falle vor Fehlern von 25—30 und mehr Prozenten unter ungünstigen Umständen nicht sicher sein.

Hiermit soll jedoch nicht ausgesprochen werden, daß es überhaupt nicht nützlich sei, sich bei jeder Gelegenheit, wo Stämme gefällt werden, im richtigen Einschätzen derselben zu üben; nur im Prinzip muß jeder gewissenhafte Mann gegen die Okularschätzung einzelner Bäume sein, namentlich, wenn der Verkaufswerth nach dem Schätzungsresultate bemessen werden soll.

Daß man den Inhalt von Probestämmen, wie sie bei manchen Bestandesschätzungs-Methoden ausgewählt werden müssen, um das Fällen derselben zu sparen, nicht nach der in dieser Hinsicht längst veralteten Okularschätzung bestimmen soll, setzen wir als selbstverständlich voraus. Eine Methode, welche nur auf Geschicklichkeit und praktischen Blick basirt ist, muß schon aus diesem Grunde verworfen werden, weil nicht jeder das Talent hat, sich dieselbe anzueignen.

Um eine möglichste Ausbildung der Okularschätzung hat sich in neuerer Zeit namentlich Kohli verdient gemacht.*)

*) Vergleiche dessen Anleitung zur Abschätzung stehender Kiefern nach Massentafeln und nach dem Augenmaße. Berlin 1861. Verlag von Julius Springer.

2. Von der Schätzung nach Form- oder Reduktionszahlen.

§. 29.

A. Brusthöhenformzahlen.

Nimmt man die ganze Holzmasse eines Baumes (excl. Stockholz) zusammen, so füllt dieselbe selten gerade den Inhalt eines gemeinen Kegels, noch weniger aber den Inhalt einer Walze ganz aus, welche mit dem Baume gleiche Grundfläche und gleiche Höhe hat. Die meisten Baumformen fallen daher ihrem Inhalte nach zwischen den gemeinen Kegel und die Walze hinein, bilden daher einen mehr oder weniger ausgebauchten Kegel. Nur höchst selten zeigen Bäume eingebauchte Formen, d. h. einen geringeren Inhalt als der gerade Kegel von gleicher Grundfläche und Höhe.

Wäre der Inhalt eines Baumes so vertheilt, daß letzterer von seinem Fuße bis zur Spitze einen ebenen Kegel bildete, so würde die Kubirung stehender Bäume keine Schwierigkeiten darbieten, weil man nur nöthig hätte, den Durchmesser oder Umfang des Baumes über der Erde zu nehmen, die Kreisfläche g dazu zu berechnen oder aus Tafeln aufzuschlagen, die ganze Höhe des Baumes (Scheitelhöhe) mit einem Höhenmesser zu ermitteln, und schließlich die gefundene Kreisfläche mit $\frac{1}{3}$ dieser Höhe zu multipliziren, um den Kubikinhalt $k = \frac{1}{3} g . H$ zu finden.

Ebenso einfach würde sich die Sache gestalten, wenn jeder Baum bis zum Gipfel eine Walze ausfüllte, deren Grundfläche und Höhe gleich der Grundfläche und Höhe des Baumes wäre. Es wäre dann der Kubikinhalt:

$$k = g . H.$$

Nun aber füllt kein Baum eine Walze, welche mit demselben gleiche Grundfläche g und gleiche Höhe H hat, und mit dem Namen Scheitelwalze oder Idealwalze bezeichnet wird, vollständig aus, sondern der wirkliche Inhalt des Baumes ist immer kleiner als derjenige der Idealwalze. Aus dieser Erfahrung folgt nun von selbst: daß sich der wirkliche Inhalt eines stehenden

Baumes finden ließe, wenn derjenige Dezimalbruch (Reduktionsfaktor) bekannt wäre, mit welchem man den Inhalt der Idealwalze multipliziren müßte, um letzteren auf den Inhalt des fraglichen Baumes zu reduziren. Setzen wir diese Zahl (Dezimalbruch), welche man in der Holzmeßkunst mit dem Namen **Formzahl, Reduktionszahl** u. s. w. bezeichnet, allgemein = f, so würde der Inhalt eines Baumes unter Beibehaltung der vorhinigen Bezeichnungen sein:

$$k = g \,.\, H \,.\, f.$$

Beispiel: Die Stammgrundfläche eines Baumes sei g = 0,283 Quadratmeter, die Höhe H = 30 m, so ist dessen Idealwalzengehalt = g . H = 0,283 × 30 = 8,49 K^m. Nimmt man die Formzahl f = 0,52 an, so erhält man den Inhalt des Baumes:

$$k = g \,.\, H \,.\, f = 8{,}49 \times 0{,}52 = 4{,}415\ K^m.$$

Man sieht hieraus, daß, wenn man die Formzahl eines stehenden Baumes als bekannt annehmen könnte, dessen Inhalt sich einfach ergeben würde, wenn man die seiner Grundstärke und Scheitelhöhe entsprechende Idealwalze mit dieser Reduktionszahl multiplizirte. Letztere ist aber jetzt noch als eine unbekannte Größe anzusehen, läßt sich aber leicht aus der eben aufgestellten Formel: k = g . H . f ableiten, denn es folgt aus derselben:

$$f = \frac{k}{g \,.\, H};$$

d. h. die Formzahl ist weiter nichts, als das geometrische Verhältniß, welches zwischen dem Inhalte eines Baumes und demjenigen einer Walze besteht, die mit dem Baume gleiche Höhe und gleiche Grundstärke hat. Es ergibt sich daher die Formzahl eines Baumes, wenn man den Inhalt desselben im liegenden Zustande genau ermittelt und ihn durch den Inhalt der zugehörigen Idealwalze dividirt.

Beispiel: Die Grundstärke eines Baumes betrage 60 cm, die Höhe H sei 30 m und dessen Gesammtinhalt habe sich nach genauer sektionsweiser Berechnung auf 4,415 K^m herausgestellt, so ist die Grundfläche der Idealwalze $g = 0{,}785 \,.\, d^2 = 0{,}785 \,.\, 0{,}60^2 = 0{,}283\,\square^m$ und der Inhalt derselben = g . H = 0,283 . 30 = 8,49 K^m; mithin die Formzahl:

$$f = \frac{k}{g \,.\, H} = \frac{4{,}415}{8{,}49} = 0{,}52;$$

d. h. der Inhalt des Baumes beträgt 52% seiner Idealwalze. Hat man demnach an einem gefällten Baume die Formzahl, wie hier 0,52, einmal berechnet, so kann man dieselbe auf **ähnliche** stehende Bäume, welche ganz dieselbe Ausbauchung haben, anwenden. Um daher den Inhalt eines stehenden Baumes zu finden, ermittelt man aus der mit der Kluppe oder dem Meßbande gemessenen Grundstärke, und der mit einem Höhenmesser gefundenen Höhe desselben, dessen Idealwalze und multiplizirt diese mit der berechneten Formzahl.

Beispiel: Ein stehender Baum hat in Brusthöhe eine Grundstärke von 0,50 m und eine Scheitelhöhe von 28 m, so ist dessen Grundfläche g = 0,196 und seine Idealwalze g . H = 0,196 × 28 = 5,49 Km; wüßte man nun, daß ein ganz ähnlich geformter Baum, welchen man früher einmal gefällt hat, z. B. die Formzahl 0,52 ergeben habe, so kann man schließen, daß auch der stehende Baum dieselbe Formzahl besitzen werde, d. h. man findet dessen wirklichen Inhalt:

$$h = g \,.\, H \,.\, f = 5{,}49 \times 0{,}52 = 2{,}85 \text{ Km}.$$

Hiernach wäre die Kubirung stehender Bäume sehr einfach, wenn alle eine gleiche Formzahl (z. B. 0,52) besäßen.

Dies ist aber nicht der Fall. Man hat vielmehr die Erfahrung gemacht, daß die Baumformen, und daher auch die Formzahlen nach Holzart, Alter, Stärke, Höhe u. s. w. sehr beträchtlich von einander abweichen. Es entsprechen also nicht allein verschiedenen Holzarten, sondern auch gleichen Holzarten, wenn dieselben nur wieder verschieden stark, alt oder hoch sind, sehr verschiedene Formzahlen. So können z. B. die Formzahlen der Fichte nach Cotta zwischen 0,35 und 0,80, der Buche zwischen 0,40 und 0,93 liegen, je nachdem der Baum in Folge seiner Stellung, seines Alters u. s. w. mehr oder weniger vollholzig aufgewachsen ist. Je vollholziger ein Baum ist, um so mehr nähert er sich der Idealwalze, um so größer ist seine Formzahl.

Hieraus geht denn hervor, daß derjenige, welcher die Formzahlen zur Kubirung **einzelner** stehender Bäume verwenden will, dieselben immer nach dem Vollholzig-

keitsgrade des fraglichen Baumes einschätzen muß, und hierin liegt eben die theilweise Unzuverlässigkeit des Verfahrens insbesondere für denjenigen, der in dem Einschätzen der Vollholzigkeit resp. der Formzahl wenig oder gar keine Erfahrung hat.

Um diesen Mißstand zu umgehen und eine größere Sicherheit in die Einschätzung der Formzahlen zu bringen, hat man sich bemüht, sämmtliche den einzelnen Holzarten zugehörige Formzahlen in gewisse Klassen zu bringen, in welche man dann den einzelnen stehenden Baum je nach dem Grade seiner Vollholzigkeit nur einschätzen soll. Es handelt sich dann nur noch darum, die in engere Grenzen gezogene Baumformklasse richtig einzuschätzen.

König hat z. B. bei seinen Formzahlen für jede Holzart fünf verschiedene Klassen angenommen, die wir hier schon deßhalb anführen, weil wir später seine Formzahlen im Auszug selbst, zu etwaigem Gebrauch oder zur Vergleichung mit andern folgen lassen. Er unterschied:

I. Klasse: Stämme, mehr gedrängt in die Höhe getrieben, mit dem wenigsten und schwächsten Astholze, der spitzigsten Krone und einem abfälligen Schaft. Auch solche, die räumlicher stehen, zwischen schnellwachsenden Holzarten oder zwischen Oberbäumen; zumal auf dürftigem Boden, von Stockausschlag, oder aus früherem zu lichten Stande.

II. Klasse: Stämme, in mäßigem Schlusse erwachsen, gehörig beastet, stumpfer in der Krone, hoch- und vollschaftig, besonders auf kräftigem Boden und mehr vom Samenanwuchse. Auch solche in räumlichem Stande theils auf dürftigem Boden, theils von Ausschlag.

III. Klasse: Stämme, die längere Zeit ganz räumlich gestanden haben, mit stärkerer Astverbreitung, gewölbter Krone und vollem Schafte, besonders auf kräftigem Boden. Auch dürftig im freien Stande erwachsen.

IV. Klasse: Frei erwachsen, mit vielem starkem Astholze, breiter Krone und kürzerem Schafte, besonders auf nicht zu geringem Standorte.

V. Klasse: Im einzelnen Stande, mit der stärksten Astverbreitung, der breitesten Krone und dem kürzesten Schafte. Bei dem Nadelholze ist in dieser Formklasse alles Astholz aus-

geschlossen und dadurch im Gegensatze zum Laubholze die gehaltloseste Form gebildet. Unter keiner Klasse sind die Nadelholzzweige mitbegriffen. Die vollformigsten Nadelhölzer gehören der IV. Klasse an, es besteht daher für dieselben gar keine V. Klasse mit Astholz.

Zu vorstehenden fünf Formklassen bemerkt König noch weiter, daß die IV. und V. selten, die Formklassen I, II und III aber gewöhnlich als Mittelgrößen für ganze Waldbestände dienen können. Er schaltet daher auch zwischen jede der Klassen I bis IV noch eine Zwischenstufe ein*), welche wir jedoch in dem folgenden Auszug der König'schen Formzahlen der Raumersparniß wegen nicht aufgenommen haben. König's Formzahlen beziehen sich auf eine Idealwalze, deren Grundstärke in Brusthöhe, d. h. etwa 1,5 m über dem Boden gemessen wurde, weil es natürlich ungenau und höchst unbequem wäre, die Stärke unmittelbar über dem Boden zu nehmen. Der Anfangspunkt der Scheitelhöhe liegt um 1/4 des Stockdurchmessers über der Bodenfläche. Formzahlen, die aus Idealwalzen abgeleitet werden, deren Grundstärken man in einer konstanten Höhe über dem Boden abgriff, nennt man kurz Brusthöhenformzahlen; im Gegensatz zu Formzahlen, welche man aus Idealwalzen berechnet, deren Grundstärken stets in einem konstanten Verhältniß zur Scheitelhöhe, z. B. in 1/20 derselben, abgegriffen werden. (Echte Formzahlen §. 28. B.) Folgende Uebersicht, entnommen aus Klauprecht's Holzmeßkunst und auf Metermaß umgerechnet von Kunze,**) enthält König's Formzahlen im Auszug: ***)

*) Hilfstabellen der Forstmathematik zur Ausmessung, Gehalts- und Werthsberechnung aufbereiteter Hölzer, stehender Bäume und ganzer Waldbestände, von Dr. G. König.

**) Kunze, Holzmeßkunst, Seite 119.

***) Die bis jetzt veröffentlichten Formzahlen, diejenigen von König nicht ausgenommen, sind mit Vorsicht aufzunehmen. Unsere neuesten umfangreichen Untersuchungen über Formzahlen, die leider noch nicht so weit abgeschlossen sind, um sie schon hier aufnehmen zu können, ergeben jedoch bereits so viel, daß von dem Rechte der Interpolation seither in all zu liberaler Weise Gebrauch gemacht wurde. Auch scheinen die Formzahlen, was die Fichte betrifft, die von uns bereits gründlich untersucht wurde, in geschlossenen Beständen von dem Alter ganz unabhängig zu sein.

Höhe	Eiche					Buche und Hainbuche				
	Baumformklasse					Baumformklasse				
Meter	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
5,0	0,578	0,629	0,699	0,788	0,886	0,568	0,614	0,674	0,749	0,837
7,5	0,572	0,624	0,694	0,782	0,880	0,562	0,609	0,669	0,743	0,831
10,0	0,566	0,619	0,689	0,776	0,873	0,556	0,604	0,664	0,738	0,825
12,5	0,560	0,614	0,684	0,770	0,866	0,550	0,599	0,659	0,732	0,819
15,0	0,554	0,609	0,678	0,764	0,860	0,544	0,594	0,654	0,727	0,813
17,5	0,548	0,603	0,673	0,758	0,854	0,538	0,589	0,649	0,721	0,807
20,0	0,542	0,597	0,667	0,752	0,847	0,532	0,583	0,643	0,715	0,801
22,5	0,536	0,592	0,662	0,746	0,840	0,527	0,578	0,638	0,710	0,794
25,0	0,530	0,586	0,657	0,740	0,833	0,521	0,573	0,633	0,704	0,787
27,5	0,524	0,581	0,652	0,734	0,827	0,515	0,568	0,628	0,699	0,781
30,0	0,518	0,576	0,646	0,728	0,820	0,509	0,563	0,623	0,693	0,775
32,5	0,512	0,570	0,640	0,722	0,814	0,503	0,557	0,617	0,687	0,769
35,0	0,506	0,565	0,635	0,716	0,807	0,497	0,552	0,612	0,682	0,763
37,5	0,500	0,560	0,630	0,710	0,800	0,491	0,546	0,607	0,676	0,757

Höhe	Ahorn, Esche, Ulme, Linde					Erle, Aspe, Pappel, Weide				
	Baumformklasse					Baumformklasse				
Meter	1.	2.	3.	4	5.	1.	2.	3.	4.	5.
5,0	0,558	0,600	0,650	0,710	0,788	0,548	0,584	0,626	0,675	0,743
7,5	0,552	0,595	0,645	0,705	0,782	0,542	0,579	0,621	0,670	0,737
10,0	0,547	0,590	0,640	0,700	0,777	0,537	0,574	0,616	0,665	0,732
12,5	0,541	0,585	0,635	0,695	0,771	0,531	0,570	0,611	0,660	0,726
15,0	0,535	0,580	0,630	0,690	0,765	0,526	0,565	0,606	0,655	0,721
17,5	0,529	0,575	0,625	0,685	0,759	0,521	0,560	0,601	0,650	0,715
20,0	0,523	0,569	0,619	0,679	0,753	0,515	0,555	0,595	0,645	0,709
22,5	0,518	0,564	0,614	0,674	0,748	0,509	0,550	0,590	0,640	0,703
25,0	0,512	0,559	0,609	0,669	0,742	0,503	0,545	0,585	0,635	0,697
27,5	0,506	0,554	0,604	0,664	0,736	0,498	0,541	0,580	0,631	0,692
30,0	0,500	0,549	0,599	0,659	0,730	0,492	0,536	0,575	0,626	0,687
32,5	0,494	0,544	0,594	0,654	0,724	0,486	0,531	0,570	0,621	0,681
35,0	0,489	0,539	0,589	0,649	0,719	0,481	0,526	0,565	0,616	0,675
37,5	0,483	0,534	0,584	0,644	0,713	0,475	0,521	0,560	0,611	0,669

Höhe	Birke					Lärche und Kiefer				
	Baumformklasse					Baumformklasse				
Meter	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
5,0	0,475	0,508	0,538	0,578	0,634	0,491	0,531	0,590	0,666	
7,5	0,468	0,501	0,531	0,571	0,627	0,486	0,526	0,584	0,660	
10,0	0,461	0,494	0,524	0,564	0,621	0,481	0,521	0,579	0,653	
12,5	0,454	0,488	0,518	0,558	0,614	0,476	0,516	0,573	0,646	
15,0	0,447	0,482	0,512	0,552	0,607	0,471	0,511	0,567	0,640	
17,5	0,440	0,475	0,505	0,545	0,600	0,467	0,507	0,562	0,633	
20,0	0,432	0,469	0,499	0,539	0,592	0,463	0,503	0,557	0,627	
22,5	5,425	0,463	0,493	0,533	0,585	0,458	0,498	0,552	0,620	
25,0	0,418	0,456	0,486	0,526	0,578	0,453	0,493	0,546	0,613	
27,5	0,411	0,450	0,480	0,520	0,571	0,449	0,489	0,541	0,607	
30,0	0,404	0,444	0,474	0,514	0,564	0,445	0,485	0,536	0,600	
32,5	0,396	0,437	0,467	0,507	0,556	0,440	0,480	0,530	0,594	
35,0	—	—	—	—	—	0,435	0,475	0,525	0,587	
37,5	—	—	—	—	—	0,430	0,470	0,520	0,580	

Höhe	Fichte und Tanne				Höhe	Fichte und Tanne			
	Baumformklasse					Baumformklasse			
Meter	1.	2.	3.	4.	Meter	1.	2.	3.	4.
5,0	0,557	0,597	0,646	0,706	27,5	0,501	0,541	0,585	0,645
7,5	0,551	0,591	0,639	0,699	30,0	0,494	0,534	0,578	0,638
10,0	0,544	0,584	0,632	0,692	32,5	0,488	0,528	0,571	0,631
12,5	0,538	0,578	0,625	0,685	35,0	0,482	0,522	0,565	0,625
15,0	0,532	0,572	0,618	0,678	37,5	0,476	0,516	0,558	0,618
17,5	0,528	0,566	0,611	0,671	40,0	0,470	0,510	0,551	0,611
20,0	0,519	0,560	0,605	0,665	42,5	0,464	0,504	0,544	0,604
22,5	0,513	0,554	0,599	0,659	45,0	0,457	0,497	0,537	0,597
25,0	0,507	0,547	0,592	0,652	47,5	0,451	0,491	0,531	0,591

Will man nach vorstehenden Formzahlen den Inhalt eines stehenden Baumes, z. B. einer Tanne oder Fichte (welche nach König gleiche Formzahlen haben) berechnen, so mißt man zunächst dessen Höhe mittelst eines Höhenmessers, sodann auf bekannte Weise

seine Grundstärke bei 1,5 m über dem Boden und schätzt schließlich den Baum in eine der Baumformklassen ein.

Beispiel: Angenommen, eine Fichte gehöre der III. Baumformklasse an, sei 0,60m stark und 30m hoch, so ist ihre Formzahl nach obiger Tafel, wenn man von der III. Baumformklasse abwärts und von 30m horizontal und so lange fortfährt, bis sich beide Linien durchschneiden, = 0,578.

Die Grundfläche der Idealwalze ist $g = 0{,}785 \cdot d^2 = 0{,}785 \cdot 0{,}60^2 = 0{,}283 \square^m$, daher die Idealwalze $g \cdot H = 0{,}283 \cdot 30 = 8{,}49$ Km und der Inhalt des Baumes $k = g \cdot H \cdot f = 8{,}49 \times 0{,}578 = 4{,}91$ Km.

Mit den König'schen Formzahlen, denen übrigens auch Andere den Vorwurf gemacht haben, daß sie aus willkürlichen und zu weit gehenden Interpolationen entstanden und darum nicht immer genau seien, findet man nur den Holzgehalt des Baumes so weit er zur Idealwalze gerechnet wird. Ueber die Stockholzmasse erstrecken sich die Formzahlen nicht, weil erstere zu schwankend und zu schwer nach dem Augenmaße einschätzbar ist.

Formzahlen, welche sich auf die ganze oberirdische Holzmasse excl. Stockholz beziehen, heißt man Baumformzahlen (Baumvollholzigkeitszahlen nach Hundeshagen); erstrecken sie sich aber nur auf die Schaftmasse (ausschließlich des Ast- und Reisholzes), so heißen sie Schaftformzahlen (Schaftausbauchungszahlen nach Hundeshagen). Will man daher die Schaftformzahl eines Baumes berechnen, so drückt in der Formel $f = \frac{k}{g \cdot H}$, k nur den Inhalt des unentgipfelten Schaftes, ausschließlich der Aeste und Zweige, aus; während bei der Baumformzahl die Ast- und Reisholzmasse mit eingerechnet wird. Es ist einleuchtend, daß die Schaftformzahlen unter sonst gleichen Verhältnissen immer kleiner als die Baumformzahlen sein müssen; denn der Werth des Bruches $f = \frac{k}{g \cdot H}$ wird um so kleiner, je kleiner der Zähler k desselben wird, letzterer ist aber jedenfalls kleiner ohne, als mit Reis- und Asthholz.

Will man die Astholzmasse eines Baumes ermitteln, so berechnet man mit Hilfe der Baumformzahl den Bauminhalt, ebenso mittelst der Schaftformzahl den Schaftinhalt und zieht letzteren

von ersterem ab. Die Differenz der beiden Inhalte gibt die Astholzmasse.

Nach König liegen z. B. die Schaftformzahlen der folgenden Holzarten:

Tannen und Fichten . . .	zwischen	0,48	und	0,81
Eichen, Buchen, Lärchen . .	„	0,45	„	0,75
Linden, Kiefern, Eschen . .	„	0,45	„	0,73
Ahorn, Aspen, Ulmen . . .	„	0,44	„	0,70
Pappeln, Kirschen, Erlen . .	„	0,44	„	0,65
Birken	„	0,44	„	0,60.

Die bis jetzt veröffentlichten Formzahlen verschiedener Autoren weichen mitunter beträchtlich von einander ab, so daß es seither schwierig war, dieselben auf spezielle Verhältnisse richtig und mit der nöthigen Genauigkeit anzuwenden. So liegen z. B. die Baumformzahlen:

der Nadelhölzer nach König	zwischen	0,43	und	0,71
„ „ „ Smalian . . .	„	0,42	„	0,77
„ „ „ Hundeshagen .	„	0,36	„	0,76
„ „ „ Cotta	„	0,35	„	0,80
„ Laubhölzer „ König	„	0,40	„	0,80
„ „ „ Smalian . .	„	0,46	„	0,97
„ „ „ Hundeshagen .	„	0,40	„	0,85
„ „ „ Cotta . . .	„	0,33	„	1,00

Die dieser Erscheinung zu Grunde liegenden Ursachen haben neben andern Ungenauigkeiten darin ihren Sitz, daß die Idealwalze g . H, welche doch einen so wesentlichen Einfluß auf die Berechnung der Formzahlen ausübt, von verschiedenen Schriftstellern verschieden berechnet wurde. Man griff nämlich die Grundstärken, welche zur Berechnung der Idealwalze dienten, in verschiedenen Höhen über dem Boden ab und mußte darum selbst bei Bäumen ganz gleicher Höhen und Formen verschiedene Idealwalzen und daher auch verschiedene Formzahlen finden. Hundeshagen z. B. in Brusthöhe (!), König ebenfalls in Brusthöhe, d. h. etwa 5 Fuß über dem Boden, Cotta 2 bis 3 Fuß über dem unteren Benutzungspunkt, (wobei es sich aber fragt, wo der Benutzungspunkt angeht, denn dieser wird in verschiedenen Gegenden sehr verschieden angenommen), Smalian richtiger, wenn auch einseitig, konstant in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe.

Es ist einleuchtend, daß diese verschiedenen Autoren, eben weil sie die Grundfläche der Idealwalze nicht alle an ein und derselben Stelle des Baumes bestimmt haben, schon aus diesem Grunde zu nicht ganz übereinstimmenden Formzahlen kommen konnten, und daß, ein und denselben Baum vorausgesetzt, die Formzahl um so größer ausfallen muß, je höher über dem Boden man die Grundfläche der Idealwalze ermittelt und umgekehrt. *)

Der Umstand, daß die Formzahlen unserer vorzüglichsten Autoren nicht übereinstimmen, sowie die Wahrnehmung, daß auch die Einschätzung des stehenden Baumes in die richtige Formklasse keineswegs so leicht ist, als oft behauptet wurde, haben daher auch dahin gewirkt, daß unsere tüchtigsten Forstmänner der Neuzeit sie zur Kubirung einzelner Bäume nur da empfohlen haben, wo es sich um einen minderen Genauigkeitsgrad handelt.

Man vergleiche in dieser Beziehung: Th. Hartig, in der Einleitung Seite 58 seiner Kubiktabellen, 10. Auflage. 1871. Ferner Carl Heyer's Waldertragsregelung, Gießen 1841, Seite 131 und König, Seite 9, seiner forstlichen Hilfstafeln u. s. w.

Eine günstigere Beurtheilung verdienen diejenigen Formzahlen, wie man sie z. B. bei der Aufstellung von Massentafeln und der Berechnung ganzer Bestandesmassen verwendet, auf welche wir später ausführlicher zurückkommen werden.

Die vielfachen Anstände, welche die vorstehend beschriebenen Formzahlen hinsichtlich ihrer vortheilhaften Verwendung hervorgerufen haben, glaubte man durch Verbesserungen, welche das folgende Verfahren enthält, größtentheils beseitigen zu können.

B. Echte Formzahlen.

An den nach vorstehendem Verfahren berechneten Formzahlen der verschiedenen Autoren wurde schon gerügt, daß sie die Grundflächen der Idealwalzen nicht übereinstimmend ermittelten, daher schon aus diesem Grunde auch keine übereinstimmenden Formzahlen finden konnten. Wirft man aber noch einen Blick auf die vor-

*) Die bis jetzt veröffentlichten Formzahlen der Forstbehörden und forstlichen Schriftsteller finden sich übersichtlich zusammengestellt in: „A. Püschel, die Baummessung und Inhaltsberechnung nach Formzahlen und Massentafeln. Leipzig, F. A. Brockhaus. 1871."

stehend übersichtlich dargestellten Baumformzahlen von König, so macht man die merkwürdige Beobachtung, daß Bäume gleicher Holzart und ganz gleicher Formklassen, welche dem Wortlaute nach doch eine gleiche Form haben sollten, sehr verschiedene Formzahlen haben und daß diese mit der Baumlänge abnehmen.

So entspricht z. B. einer Eiche der I. Formklasse bei 5 m eine Formzahl 0,578, bei 20 m 0,542, bei 30 m 0,518, bei 37,5 m aber 0,500 u. s. w.

Dieser Umstand rührt einzig und allein daher, daß König und andere Autoren die Grundfläche der Idealwalze unter allen Umständen, mag der Baum eine Länge gehabt haben, welche er wollte, beiläufig in Brusthöhe, nicht aber in einem konstanten Verhältniß zur Scheitelhöhe, z. B. $\frac{1}{20}$ derselben, ermittelt haben. Nimmt man z. B. die Grundflächen der Idealwalzen ähnlicher Baumformen ständig bei 1,3 m über dem Boden, so liegt dieselbe bei einem 10 m hohen Baume verhältnißmäßig viel höher, als bei einem 20 m hohen Baum, man muß daher auch dort eine verhältnißmäßig dünnere und weniger inhaltsvolle Idealwalze und somit eine größere Formzahl als hier erhalten.

Der allgemeine mathematische Beweis, daß Brusthöhenformzahlen, auch ganz gleiche Baumformen vorausgesetzt, mit dem Wachsen der Scheitelhöhen abnehmen müssen, läßt sich nach Kunze für die verschiedenen Kegelformen leicht wie folgt führen:

a. Geradseitiger Kegel. Der Stockdurchmesser der Grundfläche sei D, die konstante Höhe, zwischen Grundfläche und der Stelle, wo der Durchmesser abgegriffen wird, sei m, der Durchmesser in der konstanten Höhe (Brustdurchmesser) sei d, die Scheitelhöhe aber H, so hat man, da bei dem geradseitigen Kegel sich die Durchmesser wie die Höhen verhalten:

$$D : d = H : H - m \text{ oder } D = \frac{H \cdot d}{H - m}.$$

Der Kubikinhalt des Kegels ist aber:

$$k = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{3} = \frac{\pi}{12} \cdot H \left(\frac{H \cdot d}{H - m}\right)^2 = \frac{\pi}{12} \cdot H \cdot d^2 \cdot \frac{H^2}{(H - m)^2}.$$

Ebenso der Inhalt der Idealwalze: $\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H$; mithin die Form-

$$\text{zahl } f = \frac{\frac{\pi}{12} \cdot H : d^2 \cdot \frac{H^2}{(H-m)^2}}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H} = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2}{(H-m)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2 : H^2}{(H-m)^2 : H^2} =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(\frac{H-m}{H}\right)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}.$$

Wie man sieht, hängt die Formzahl von dem Werth des Quotienten $\frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}$ und dieser von der Scheitelhöhe H ab; der Werth desselben nimmt ab, wenn H wächst und nimmt zu, wenn H kleiner wird, folglich müssen auch die Brusthöhenformzahlen des geraden Kegels mit der Höhe abnehmen. Da die Größe $1 - \frac{m}{H}$ stets < 1 ist, so muß $\frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}$ immer > 1 sein, d. h. die Formzahlen des gemeinen Kegels sind auch immer größer als $\frac{1}{3}$ oder 0,333 ....

b. Paraboloid. Da sich beim Paraboloid die Quadrate der Durchmesser wie die Höhen verhalten, so ergiebt sich unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen:

$$D^2 : d^2 = H : H - m \text{ oder } D^2 = \frac{d^2 \cdot H}{H - m}.$$

Der Kubikinhalt des Paraboloids ist aber: $k = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} =$

$= \frac{\pi}{8} \cdot H \cdot \frac{d^2 \cdot H}{H - m}$, ebenso ist der Kubikinhalt der Idealwalze $\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H$; daher auch die Formzahl des Paraboloids:

$$f = \frac{\frac{\pi}{8} \cdot H \cdot \frac{d^2 \cdot H}{H - m}}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H} = \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{H - m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{m}{H}}.$$

Auch hier ist also die Formzahl von der Höhe abhängig und nimmt mit dem Wachsen der letzteren ab, ohne unter $\frac{1}{2}$ oder 0,50 herabsinken zu können.

c. Neiloid. Beim Neiloid verhalten sich die Quadrate der Durchmesser wie die dritten Potenzen der Höhen und man hat daher unter Beibehaltung der vorigen Bezeichnungen:

$$D^2 : d^2 = H^3 : (H-m)^3 \text{ oder } D^2 = \frac{d^2 \cdot H^3}{(H-m)^3}.$$

Der Inhalt des Neiloids ist: $\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H}{4} = \frac{\pi}{16} \cdot H \cdot \frac{d^2 \cdot H^3}{(H-m)^3}$,

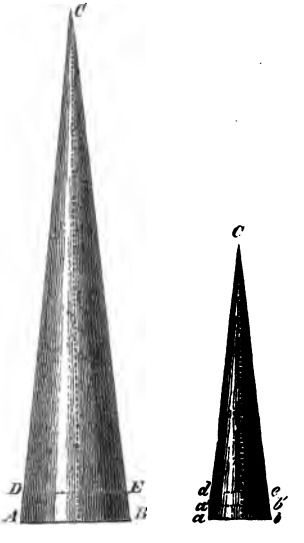
ebenso der Inhalt der Idealwalze $= \frac{\pi d^2}{4} \cdot H$, daher die Formzahl

des Neiloids $f = \frac{\frac{\pi}{16} \cdot H \cdot \frac{d^2 \cdot H^3}{(H-m)^3}}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H} = \frac{1}{4} \cdot \frac{H^3}{(H-m)^3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1-\left(\frac{m}{H}\right)^3}$.

Es sind daher auch bei dem Neiloid die Formzahlen von der Höhe abhängig, mit welcher sie abnehmen, ohne unter $\frac{1}{4} = 0{,}25$ herabsinken zu können.

Vorstehende allgemeine Beweisführung läßt sich an folgendem Beispiele noch zur vollen Klarheit bringen. Angenommen, man habe zwei sich ganz ähnliche Baumstämme, welche von der Grundfläche bis zum Gipfel einen gemeinen ebenen Kegel bilden sollen. Der Stamm ABC, Fig. 47, sei 20 m hoch und messe am Stockabschnitte AB 40 cm; der ähnliche Stamm abc sei nur 10 m lang, er hat deßhalb natürlich am Stockabschnitte ab nur 20 cm. Obgleich nun beide Stämme, wegen ihrer ganz gleichen Form, dem Wortlaute nach gleiche Formzahlen liefern müßten, so ist dies doch nicht der Fall, wenn man z. B. zur Ermittlung des Idealwalzengehaltes die Durchmesser beider Bäume übereinstimmend 1 m über dem Stockabschnitte, also an den Stellen DE und de abnehmen wollte; denn der Durchmesser DE wäre dann = 38, der Durchmesser de — 18 cm. Berech-

Fig. 47.



net man nach diesen Zahlen die Formzahlen der beiden ähnlichen Kegel, so findet man:

Inhalt des Kegels $ABC = k = \frac{g \cdot H}{3} = \frac{0{,}785 \cdot 0{,}40^2 \cdot 20}{3} =$

$= \frac{0{,}126 \times 20}{3} = 0{,}84\ \text{Fm}$

„ „ „ $abc = k' = \frac{g' \cdot H'}{3} = \frac{0{,}785 \cdot 0{,}20^2 \cdot 10}{3} =$

$= \frac{0{,}0314 \cdot 10}{3} = \frac{0{,}314}{3} = 0{,}105\ \text{Fm}$.

Ferner:

Inhalt der Idealwalze des Kegels

$ABC = g \cdot H = 0{,}785 \cdot 0{,}38^2 \cdot 20 = 0{,}1134 \times 20 = 2{,}268\ \text{Fm}$.

Inhalt der Idealwalze des Kegels

$abc = g' \cdot H' = 0{,}785 \cdot 0{,}18^2 \cdot 10 = 0{,}025 \cdot 10 = 0{,}254\ \text{Fm}$.

Daher Formzahl des Kegels $ABC = f = \frac{k}{g \cdot H} = \frac{0{,}84}{2{,}268} = 0{,}37$ und

„ „ „ „ $abc = f' = \frac{k'}{g' H'} = \frac{0{,}105}{0{,}254} = 0{,}41$.

Die Formzahlen der beiden ähnlichen Körper ABC und abc weichen daher um 0,41 — 0,37 = 0,04 von einander ab. Dagegen erhält man ganz übereinstimmende Formzahlen, wenn man bei dem zweiten Stamme wie bei dem ersten die Grundstärke der Idealwalze in $\frac{1}{20}$, nicht aber, wie es bei dem zweiten geschehen, in $\frac{1}{10}$ der Scheitelhöhe abgreift. Nimmt man nämlich den Durchmesser des Stammes abc auch in $\frac{1}{20}$, d. h. in 0,5 m über der Erde, oder in a'b' ab, so findet man ihn 0,19 cm, und es ist die Idealwalze für diesen Fall nicht 0,254 Fm, sondern: $g'' \cdot H' = 0{,}785 \cdot 0{,}19^2 \cdot 10 = 0{,}284\ \text{Fm}$. Mithin ist die dieser richtigen Idealwalze entsprechende Formzahl, des 10 m hohen Stammes $= \frac{0{,}105}{0{,}284} = 0{,}37$, welche mit der Formzahl des 20 m hohen Stammes ABC genau übereinstimmt.

Hieraus geht denn hervor, daß, wenn man die Grundstärken der Idealwalze nicht in konstanter Höhe

über dem Boden (z. B. in Brusthöhe), sondern in einem konstanten Verhältnisse zur Scheitelhöhe, z. B. in $\frac{1}{20}$ derselben (bei 20 m hohen Bäumen daher 1 m, bei 10 m hohen 0,5 m über dem Boden) nimmt, gleichen Baumformen immer gleiche Formzahlen, und umgekehrt gleichen Formzahlen auch immer gleiche Baumformen entsprechen müssen.

Die Thatsache, daß Brusthöhenformzahlen bei wachsender Scheitelhöhe abnehmen müssen, und daß man bei gleichförmigen Bäumen nur dann zu gleichen Formzahlen gelangt, wenn man die Grundstärken der Idealwalze in einem ihrer ganzen Länge proportionalen Theile $\left(\frac{1}{n}\right)$ über dem Boden, und nicht in einer konstanten Höhe m über demselben abgreift, erkannte schon Smalian*). Er bezog daher auch seine Formzahlen auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe und erhielt dadurch für gleichformige Bäume der verschiedensten Höhen eine und dieselbe Formzahl.

Der allgemeine mathematische Beweis läßt sich auch hier für die drei verschiedenen Kegelformen wie folgt führen **):

a. Gemeiner Kegel. Es sei H die Scheitelhöhe, D der Durchmesser der Grundfläche, δ derjenige in $\frac{1}{n}$ H, so hat man:

$$D : \delta = H : H - \frac{1}{n} H \text{ oder } D = \frac{\delta . H}{H - \frac{1}{n} H} \text{ und}$$

$$D^2 = \delta^2 . \left(\frac{H}{H - \frac{1}{n} H}\right)^2 = \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}.$$

Der Inhalt des Kegels ist aber: $\frac{\pi D^2}{4} . \frac{H}{3} = \frac{\pi}{12} . H . \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}$,

*) Smalian: Beiträge zur Holzmeßkunst, 1837, und „Anleitung zur Untersuchung und Feststellung des Waldzustandes ꝛc., 1840."

**) Vergleiche Kunze, Holzmeßkunst, Seite 121—122.

ebenso ist die Idealwalze des Kegels: $\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot H$, daher auch die

$$\text{Formzahl } f = \frac{\frac{\pi}{12} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}}{\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot H} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}.$$

Wie man sieht, kommt in diesem Ausdruck für die Formzahl die Höhe H nicht vor, sie ist also von derselben unabhängig, bleibt somit für gleiche Körperformen konstant.

b. Paraboloid. Behält man dieselben Bezeichnungen bei, so ist:

$$D^2 : \delta^2 = H : H - \frac{1}{n} H \text{ oder } D^2 = \frac{\delta^2 \cdot H}{H - \frac{1}{n} H} = \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)},$$

der Inhalt des Paraboloids ist: $\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi}{8} \cdot H \cdot \delta^2 \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}$;

eben so ist die Idealwalze des Paraboloids $\frac{\pi \delta^2}{4} \cdot H$, daher auch

$$\text{die Formzahl } f = \frac{\frac{\pi}{8} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}}{\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot H} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}.$$

Auch dieser Ausdruck enthält die Höhe H nicht, ist also ebenfalls von derselben unabhängig.

c. Neiloid. Unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen ist:

$$D^2 : \delta^2 = H^3 : \left(H - \frac{1}{n} H\right)^3 \text{ oder } D^2 = \frac{\delta^2 \cdot H^3}{\left(H - \frac{1}{n}\right)^3} = \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}.$$

Der Inhalt des Neiloids ist: $\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H}{4} = \frac{\pi}{16} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}$,

die Idealwalze des Neiloids $\frac{\pi \cdot \delta^2}{4} \cdot H$, daher auch

die Formzahl desselben: $\dfrac{\frac{\pi}{16} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^3}}{\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot H} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^3}$.

Auch dieser Ausdruck ist von der Scheitelhöhe unabhängig.

Setzt man in die unter a, b und c entwickelten Formeln für die Formzahlen der drei Kegelformeln nach Smalian's Vorgang $n = 20$, so erhält man

die Formzahl des Paraboloids:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{n}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{20}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{20}{19} = 0{,}526,$$

die Formzahl des ebenen Kegels:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{20}\right)^2} = \frac{1}{3}\left(\frac{20}{19}\right)^2 = 0{,}369,$$

die Formzahl des Neiloids:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{20}\right)^3} = \frac{1}{4}\left(\frac{20}{19}\right)^3 = 0{,}292.$$

Im Gegensatz zu den Brusthöhenformzahlen (unechte Formzahlen) nannte Preßler die Formzahlen, die sich auf $\frac{1}{n}$ der Scheitelhöhe beziehen, echte Formzahlen.

Selbstverständlich kann man auch bei den echten Formzahlen wieder zwischen Schaft- und Baumformzahlen unterscheiden. Zieht man von der Baumformzahl die Schaftformzahl ab, so erhält man die Astformzahl.

Die echten Formzahlen haben gegenüber den Brusthöhenformzahlen jedenfalls den Vorzug, daß sich die Formverhältnisse der Bäume nach ihnen leichter studiren lassen. Sodann machen aber auch echte Formzahlen den ganzen Ballast von Formzahlen, wie er z. B. in König's forstlichen Hilfstafeln zu finden ist, deßhalb überflüssig, weil, gleiche Holzart vorausgesetzt, jeder Baumformklasse dann nur eine einzige Formzahl entspricht, die Höhen der Bäume aber, wie dies bei Brusthöhenformzahlen nicht zulässig war, ganz unberücksichtigt bleiben können. Endlich lassen sich dann

die wenigen Formzahlen bequem auf ein Blättchen zusammendrängen und leichter dem Gedächtnisse einprägen.

Diese Vortheile sind jedoch nur für die Schätzung einzelner Bäume einzuräumen. Für Bestandesschätzungen haben echte Formzahlen einige Unbequemlichkeiten, die so groß sind, daß man hier zweckmäßiger Brusthöhenformzahlen anwendet. Wir kommen auf diesen Punkt bei der Bestandesschätzung mittelst Formzahlen ausführlich zurück.

Auf das Wesen der echten Formzahlen hat schon Smalian im Jahre 1837 in seiner Holzmeßkunst hingewiesen, indem er den zwar etwas einseitigen Vorschlag machte, die Grundflächen der Idealwalze ständig in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe zu berechnen. Hiernach hat er folgende Schaftformzahlen gefunden:

für Eiche und Buche	0,36	bis	0,60
„ die übrigen Laubhölzer mit Ausschluß der Birken, Weiden und Erlen	0,37	„	0,60
„ Erlen	0,38	„	0,59
„ Birken und Weiden	0,37	„	0,55
„ Nadelholz	0,36	„	0,55

Seine ebenfalls auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechneten Baumformzahlen sind:

für Eiche und Buche	0,51	bis	0,97
„ die übrigen Laubhölzer mit Ausschluß der Birken, Weiden und Erlen	0,54	„	0,76
„ Erlen	0,49	„	0,83
„ Birken und Weiden	0,46	„	0,67
„ Nadelholz	0,42	„	0,77

Auch Klauprecht theilt in seiner Holzmeßkunst, Karlsruhe 1846, schon auf $\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{10}$ der Scheitelhöhe berechnete Formzahlen mit, welche jedoch von denen Smalian's theilweise beträchtlich abweichen.

Gustav Heyer hat schon vor Preßler in seiner beachtenswerthen Schrift: „Ueber die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852," streng mathematisch die Nothwendigkeit der Ermittlung der Grundfläche der Idealwalze in einem konstanten Verhältnisse der Scheitelhöhe nachgewiesen, im Falle man von der Höhe unabhängige

Formzahlen erhalten wolle, und ferner gezeigt, daß es ganz einerlei sei, ob dieses in $\frac{1}{10'}$, $\frac{1}{15'}$, $\frac{1}{20}$ u. s. w. der letzteren geschehe.

Jedenfalls muß es an Smalian, Preßler und Anderen getadelt werden, daß sie das Messen der Grundstärken an Stämmen der verschiedensten Höhen durchaus in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe vorgenommen haben wollen, indem dies unter Umständen sehr unbequem wäre und häufig auch zu gröberen Fehlern Veranlassung geben könnte. Bei Bäumen von 40 m Höhe müßte dann die Messung der Stärke in $\frac{40}{20} = 2$ m (jedenfalls nicht bequem), bei Stämmen von 10 m Höhe in $\frac{10}{20} = 0{,}5$ m (noch unbequemer) über dem bei schwächeren Bäumen meist nur 0,1 m hohen Stockabschnitte geschehen. Bei so niedrigen Messungen ist aber noch besonders zu berücksichtigen, daß alsdann die Bäume meist noch in Folge des Wurzelanlaufes sehr unförmige Querflächen haben, wodurch oft größere Fehler unterlaufen können, als wenn die Stämme nach alter Methode in konstanter Höhe vom Boden gemessen würden.

Preßler theilt im I. Band seiner Holzmeßkunst, 3. Abthl. Tafel 16. A, Berlin 1873, folgende sich auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe beziehende Formzahlen in übersichtlicher Darstellung mit. In dieser Uebersicht bedeuten die größeren Zahlen Stammformzahlen, die diesen als Exponenten beigesetzten kleineren Zahlen sind die Astformzahlen, die Summe beider drücken natürlich die Baumformzahlen aus. Der Strich über einzelnen Astformzahlen bedeutet „reichlich oder $^1/_2$“.

Normales Hölzer vom Altet	Jung- ¼ A	Mittel- ½ A	Alt- A	Hochalt-Holz 1½ A

Formklasse: oder:	I. abholzig	II. ziemlich abholzig	III. mittelholzig	IV. vollholzig	V. sehr vollholzig
Tanne	42^{10} bis	45^{9} bis	48^{8} bis	52^{7} bis	56^{6}
Fichte	41^{9} „	43^{9} „	46^{8} „	49^{8} „	53^{7}
Kiefer	40^{12} „	43^{10} „	46^{8} „	50^{7} „	55^{6}
Lärche	40^{9} „	42^{9} „	44^{8} „	47^{7} „	50^{6}
Buche	40^{15} bis	44^{14} bis	47^{18} bis	51^{12} bis	55^{11}
Eiche	40^{15} „	43^{15} „	46^{14} „	50^{14} „	53^{13}
Erle	42^{11} „	45^{10} „	48^{10} „	52^{9} „	55^{8}
Birke	40^{9} „	42^{8} „	44^{8} „	46^{7} „	49^{7}

Ulme, Ahorn, Esche, Aspe, Weide: wahrscheinlich zwischen Erle und Birke.

Aus vorstehender Uebersicht folgt, daß Preßler, ähnlich wie König, fünf Formklassen unterscheidet und es handelt sich daher nur darum, den Baum in die richtige Klasse einzuschätzen, was allerdings so einfach nicht ist. Einen Hauptanhalt gewährt hierbei nach Preßler das Alter des Baumes. Nennt man das Alter, in welchem der Bestand den höchsten gemeinjährigen Durchschnittszuwachs liefert, normales Forstalter A, so nennt Preßler Hölzer vom Alter ¼ A Junghölzer, von ½ A Mittelhölzer, von A Althölzer und von 1½A Hochalthölzer. Hiernach sind nach vorstehender Tabelle die Bäume zwischen der I. und II. Formklasse Junghölzer, diejenigen zwischen der II. und III. Klasse Mittelhölzer, der III. und IV. Klasse Althölzer und der IV. und V. Klasse Hochalthölzer.

Das normale Forstalter soll je nach den vorliegenden Standortsverhältnissen schwanken

bei der	Eiche	zwischen	80—160	Jahren
„ „	Buche und Tanne	„	70—130	„
„ „	Fichte	„	60—120	„
„ „	Kiefer	„	50—100	„
„ „	Lärche und Erle	„	40— 80	„
„ „	Birke	„	30— 60	„

Preßler fügt seinen Formzahlen u. A. noch folgende Bemerkungen bei: „1) Bei lichterem bis ganz lichtem Erwuchse wird die

Stammformzahl kleiner, in der Regel bis um ihr Zehntel, und die Astformzahl größer bis um ihre Hälfte. 2) Bei dichtem bis gedrängtem und bis gedrücktem Erwuchse wird die Formzahl größer im Jungholz bis um 1 Fünftel, im Mittel- und Altholz bis um 1 Zehntel und die Astformzahl kleiner bis um ihr Drittel und sogar bis um ihr Halbes."

Es unterliegt keinem Zweifel, daß nach einer derartigen Charakteristik der Formklassen, welche nur von dem Schlusse und dem Alter des Bestandes abhängen soll, die Schätzung der Formzahlen wesentlich erleichtert ist, glauben auch, daß, wenn die allgemein auf $\frac{1}{n}$ und nicht einseitig auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechneten Formzahlen durch Versuche noch erweitert und berichtigt werden, weit genauere Resultate als durch die bloße Okularschätzung erreichbar sind. Immerhin werden aber echte wie Brusthöhenformzahlen bei der Kubirung einzelner stehender Bäume nur dann angewendet werden dürfen, wenn es sich nur um einen minderen Grad von Genauigkeit handelt.

Man mag nämlich die Sache nehmen, wie man will, so muß die Formklasse immer mit dem trügerischen Auge eingeschätzt werden; wird sie verfehlt, so ist das Resultat nicht mehr richtig, wird sie getroffen, so ist zu bedenken, daß zwischen den Bäumen der eingeschätzten Klasse, wie wir uns an Hunderten von Formuntersuchungen überzeugt haben, doch noch beträchtliche Differenzen möglich sind, so daß es rein unmöglich ist, die Formzahl des einzelnen Baumes stets richtig anzusprechen.

So ließen wir z. B. gelegentlich einer Exkursion in einem lichten 90 bis 100jährigen Kiefernbestand, dessen Schaftformzahl man auf 0,47 ganz nach Preßler'scher Vorschrift einschätzte, 14 verschieden starke Stämme fällen, um die Schaftformzahlen zu ermitteln, die sich wie folgt herausstellten: 0,44; 0,48; 0,48; 0,48; 0,48; 0,49; 0,50; 0,50; 0,50; 0,50; 0,51; 0,55; 0,55 und 0,58. Es waren also in dem einen gleichalterigen und fast gleich hohen Bestande Stämme der II., III., IV. und V. Klasse vertreten; gewiß ein Beweis, wie man sich auch unter günstigen Verhältnissen in dem Einschätzen der Formzahlen irren kann und daß auch bei gleich alten und gleich geschlossenen Beständen die Formzahlen noch sehr von einander abweichen können.

3. Von der Schätzung nach der Gehalts- oder Formhöhe.

§. 30.

Dieses Verfahren ist zwar im Grunde genommen nur die Formzahlmethode in anderer Gestalt. Wir haben eine Trennung des Gegenstandes auch nur im Interesse der Anfänger vorgenommen, welche durch viele, rasch auf einander folgende Entwicklungen und Ausdrücke, wie die Erfahrung lehrt, leicht abgespannt und verwirrt werden.

Denkt man sich nämlich den Kubikinhalt eines Schaftes oder Baumes flüssig und in seine Scheitel- oder Idealwalze hineingegossen, so wird letztere wie bereits gezeigt wurde, zwar nicht ganz, aber doch um soviel höher ausgefüllt werden, je vollholziger der Baum oder Schaft, d. h. je größer dessen Formzahl ist.

Diese ausgefüllte Walze, welche zwar gleiche Grundfläche mit der Idealwalze, aber stets eine geringere Höhe als letztere hat, nennt König **Gehaltswalze** und die dieser entsprechende Höhe (h) **Gehaltshöhe.** Preßler wählt hiefür die Bezeichnung **Formhöhe.**

Da, wie nachgewiesen, der Kubikinhalt eines stehenden Baumes nach der Formel $k = g \,.\, H \,.\, f$ gefunden wird, dieser aber, wie wir jetzt wissen, auch dem Inhalte der Gehaltswalze (Grundfläche × Gehaltshöhe) $g \,.\, h$ gleich ist, so hat man auch $k = g \,.\, h$. Werden die beiden Werthe von k einander gleich gesetzt, so ist:

$$g \,.\, H \,.\, f = g \,.\, h \text{ oder}$$

$$h = H \,.\, f \text{ und } f = \frac{h}{H}.$$

Hieraus folgt, daß man die Gehaltshöhe eines Baumes findet, wenn man die Scheitelhöhe desselben mit dessen Formzahl multiplizirt; daß sich aber auch die Formzahl finden läßt, indem man die Gehaltshöhe umgekehrt wieder durch die Scheitelhöhe dividirt.

Mit dieser mathematischen Wahrheit fand man zugleich das Mittel, dem Praktiker die Kubirung stehender Bäume dadurch möglichst zu vereinfachen, daß man zu jeder Scheitelhöhe (H) und der dem Baume entsprechenden Formzahl (f) die zugehörige Gehalts- oder Formhöhe (h) berechnete und in einer Tafel übersichtlich zu-

sammen stellte. Im Besitze einer solchen Tafel hat man alsdann nur noch nöthig, den der gefundenen (aus der Tafel direkt ablesbaren) Gehaltshöhe entsprechenden Inhalt der Gehaltswalze in einer gleichfalls voraus berechneten Walzentafel aufzuschlagen, um ohne alle Rechnung den Inhalt des Baumes zu finden.

Beispiel: Ein Baum besitze eine Scheitelhöhe von 30^m und habe in $\frac{1}{20}$ derselben, d. h. in $\frac{30}{20} = 1{,}5^m$ über dem Stockabschnittspunkte einen Durchmesser von 48^{cm}. Hat man die Formzahl dieses Baumes $= 0{,}65$ eingeschätzt, so ist dessen Gehaltshöhe $h = H \,.\, f = 30 \times 0{,}65 = 19{,}5^m$; d. h. dem Inhalte des Baumes entspricht eine Walze, welche einen Durchmesser von 48^{cm} und eine Länge von $19{,}5^m$ hat. Es ist daher:

$k = 0{,}785 \,.\, d^2 \,.\, h = 0{,}785 \,.\, 0{,}48^2 \,.\, 19{,}5 = 0{,}181 \,.\, 19{,}5 = 3{,}53\ K^m$.

König machte noch den Vorschlag, die Gehaltshöhe stehender Bäume nach dem bloßen Augenmaß dadurch einzuschätzen, daß man sich in dem fraglichen Baume einen Punkt aufsuche, wo der obere Theil des Baumes, an dieser Stelle geknickt gedacht, gerade hinreiche, um den unteren Theil vollständig in eine Walze zu verwandeln, welche die Stärke des Baumes in Brusthöhe besitze. Man hätte alsdann nur nöthig, die Höhe einer solchen Walze bis zum Knickpunkte zu messen (oder einzuschätzen) und mit der Grundfläche derselben zu multipliziren, um den Kubikinhalt des Stammes zu erhalten.

Es ist einleuchtend, daß ein solches Verfahren, wenigstens dem Ungeübten, kaum ein genaueres Resultat liefern kann, als die rohe Okularschätzung.

4. Preßler's Kubirungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe.

§. 31.

Es wurde gezeigt, daß selbst die besseren der vorbeschriebenen Methoden, stehende einzelne Bäume zu kubiren, noch an Mängeln leiden, weil nach denselben unter den drei Faktoren, welche den Kubikinhalt des Baumes bestimmen, nämlich: Grundfläche, Scheitelhöhe und Formzahl stets nur die beiden ersten direkt gemessen werden können; die Formzahl aber eingeschätzt werden muß. Um genauere Resultate zu erhalten, müßte die jedem ein-

zelnen Baume zukommende Formzahl ebenfalls noch gemessen (nicht geschätzt) werden können.

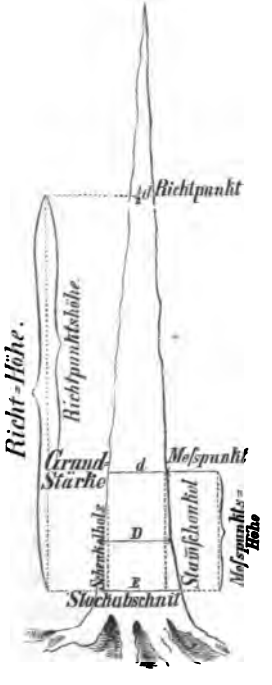
Professor Preßler suchte diese seitherige Lücke in der Baummeßkunst dadurch zu beseitigen, daß er auch die Elemente der Formzahl an jedem Einzelfalle mit in Rechnung zog.

Ehe wir jedoch zur Beschreibung und Beurtheilung des Verfahrens selbst schreiten, haben wir uns noch mit einigen Bezeichnungen und Ausdrücken, welche dasselbe im Gefolge führt, bekannt zu machen.

Wie bereits erwähnt, besitzt fast jeder Baum mehr oder weniger unmittelbar über dem Stocke einen sogenannten Wurzelanlauf. An dem ganzen Theile des Baumes, über welchen sich derselbe erstreckt, bilden daher auch die Axenquerschnitte keine vollkommenen Kreise und die Schaftstücke keine ganz regulären Formen.

Preßler nennt nun diesen Wurzelanlauf Stammschenkel, den Punkt d (Fig. 48), wo der Schenkelansatz aufhört, den Meßpunkt und den Durchmesser, welchen der Stamm an diesem Punkte d hat, die Grundstärke. Der Meßpunkt d fällt natürlich um so höher, je höher die Stammschenkel hinauflaufen, in der Regel wird er aber 1—1,3 m über dem 0,2—0,3 m hohen Stockabschnitte E, also etwa in Kopfhöhe, angenommen. Die Entfernung zwischen dem Stockabschnitte E und dem Meßpunkte d heißt Meßpunktshöhe, und es drückt daher der Unterschied zwischen dem in der Mitte der Meßpunktshöhe genommenen Durchmesser D und der Grundstärke d, mithin D—d, die mittlere Schenkelstärke des Baumes aus. Die Holzmasse der Stammschenkel, welche außerhalb der Walze dE liegt, und welch letztere die Grundstärke d zum Durchmesser und die Meßpunktshöhe zur Höhe hat, wird Schenkelholz genannt. Derjenige Punkt am Baumschaft, wo derselbe die Hälfte der Grundstärke, d. h.

Fig. 48.



$\frac{d}{2}$ besitzt, heißt Richtpunkt*), die Entfernung zwischen der Grundstärke und dem Richtpunkte wird Richtpunktshöhe (früher Richtpunktsoberhöhe), diejenige zwischen dem Stockabschnitte und dem Richtpunkte dagegen Richthöhe (früher Richtpunktshöhe), auch totale Richtpunktshöhe, genannt.

Die Preßler'sche Kubirungsmethode bemüht sich nun, an stehenden Bäumen den Richtpunkt und dann die Richtpunktshöhe zu bestimmen, um mittelst letzterer und der Grundstärke den Kubikinhalt des Baumes nach einer Formel abzuleiten, welche für den gemeinen Kegel und das Paraboloid ganz und für das Neiloid nahezu richtig sein soll.

Nach §. 14 sind bekanntlich die drei Kegelformen so gestaltet, daß der Punkt der halben Grundstärke (Preßler's Richtpunkt) bei dem Paraboloid in $\frac{3}{4}$, bei dem gemeinen Kegel in $\frac{1}{2}$ und bei dem Neiloid in 0,37004 der Höhe (Entfernung zwischen der Grundstärke und dem Gipfel des Baumes) liegt. Preßler stellt nun den Satz auf, welcher sich auch mathematisch nicht anfechten läßt, daß diese drei Körperformen (die eingebauchte Form nicht ganz genau) und daher auch Baumschäfte nach der einen Regel:

Grundfläche (g) multiplicirt mit $\frac{2}{3}$ der Richtpunktshöhe (h), d. h. nach $k = g \times \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} g . h$ kubirt werden können.

---

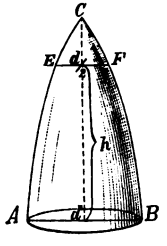
*) Nicht zu verwechseln mit König's Richtpunkt, d. h. demjenigen Punkt, wo der Baum geknickt gedacht, mit dem Gipfelstück eine Walze von der Grundstärke des Baumes bildet.

Der Beweis läßt sich für die Körperformen leicht wie folgt führen:

Fig. 49.

a. gemeiner Kegel. Bei dem gemeinen Kegel (Fig. 49) liegt bekanntlich der Richtpunkt $\frac{d}{2}$ in $\frac{1}{2}$ der Scheitelhöhe $ab = H$; es ist daher die Richtpunktshöhe h in diesem Falle $= ac = cb$, daher auch $H = 2\,ac = 2\,h$. Nun ist aber der Kubikinhalt des gemeinen Kegels $= \frac{g \,.\, H}{3}$, daher auch (wenn man für H den Werth 2 h setzt) $= \frac{g \,.\, 2\,h}{3} =$ $= \frac{2}{3}\,g \,.\, h$, d. h. = der Grundfläche (am Meßpunkte) multiplizirt mit $\frac{2}{3}$ der Richtpunktshöhe.

Fig. 50.



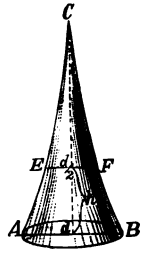
b. Paraboloid. Nennt man, Fig. 50, die Scheitelhöhe $Cd = H$, den Durchmesser der Grundstärke $AB = d$, die Richtpunktshöhe $= h$, so liegt bekanntlich beim Paraboloid die Stelle EF, wo der Durchmesser nur noch $\frac{d}{2}$ ist, d. h. der Richtpunkt in $\frac{3}{4}$ H, d. h. es ist $h = \frac{3}{4}$ H oder $H = \frac{4}{3}$ h.

Setzt man nun diesen Ausdruck in die Formel für das Paraboloid $k = \frac{g \,.\, H}{2}$ ein, so geht dieselbe über in:

$$k = \frac{g}{2} \cdot \frac{4}{3}\,h = \frac{4}{6} \cdot g \,.\, h = \frac{2}{3}\,g \,.\, h,$$

d. h. die Preßler'sche Kubirungsregel gilt auch für das Paraboloid.

Fig. 51.



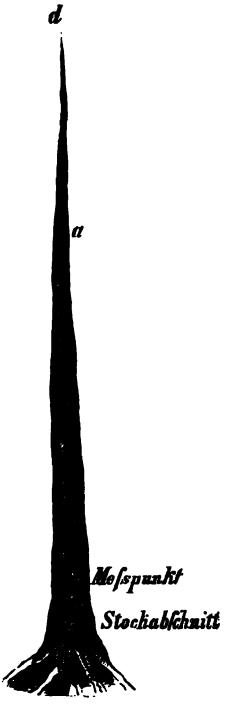
c. Neiloid. Nennt man, Fig. 51, auch hier die Scheitelhöhe $Cd = H$, den Durchmesser der Grundstärke $AB = d$, die Richtpunktshöhe $= h$, so liegt bekanntlich beim Neiloid die Stelle EF, wo der Durchmesser nur noch $\frac{d}{2}$ ist, d. h. der Richtpunkt in 0,37004 H, d. h. es ist $h = 0{,}37004 \,.\, H$ und $H = \frac{h}{0{,}37004}$. Setzt man diesen Ausdruck in die Formel für das Neiloid $k = \frac{g \,.\, H}{4}$ ein, so geht dieselbe über in:

$$k = \frac{g}{4} \cdot \frac{h}{0{,}37004} = \frac{g \,.\, h}{1{,}48016} = 0{,}676 \,.\, g \,.\, h.$$

Da die Preßler'sche Kubirungsregel ausgedrückt ist durch $\frac{2}{3} \cdot g \cdot h =$ $= 0{,}666 \cdot g \cdot h$, so liefert dieselbe den Inhalt um nahezu 1,4 Procent zu klein.

Vorstehend haben wir das Preßler'sche Verfahren nur in so weit kennen gelernt, als es die Kubirung des Oberstammes (vom Meßpunkt bis zum Gipfel) betrifft. Um nun den Inhalt des ganzen Stammes, Fig. 52, (excl. Schenkel-, Ast- und Stockholz) zu erhalten, betrachtet Preßler ganz richtig den Theil zwischen Stockabschnitt und Meßpunkt als eine Walze von der Meßpunktsstärke. Setzt man daher Richthöhe ac = H, die Meßpunktshöhe bc = m und die Grundfläche am Meßpunkt = g, so erhält man, da sich der Inhalt zusammensetzt aus dem Oberbaume bd und der Walze bc:

Fig. 52.



Inhalt des ganzen Schaftes (excl. Schenkelholz)

$$= \frac{2}{3} \cdot g\,(H - m) + g \cdot m =$$

$$= \frac{2}{3}\, g \cdot H - \frac{2}{3}\, g \cdot m + g \cdot m =$$

$$= \frac{2}{3}\, g \cdot H + \frac{1}{3}\, g \cdot m =$$

$$= \frac{2}{3}\, g \left(H + \frac{m}{2}\right), \text{ d. h.}$$

der Inhalt des ganzen Schaftes bis zum Stockabschnitt (excl. Schenkelholz) wird erhalten, wenn man die Querfläche g im Meßpunkt mit $\frac{2}{3}$ der um die halbe Meßpunktshöhe vermehrten Richthöhe multiplicirt.

Soll die Schätzung des Schaftes auch das unter Umständen nicht unbedeutende Schenkelholz mitbegreifen, so wird zu der Richthöhe $\left(H + \frac{m}{2}\right)$ noch das Drittel der Meßpunktshöhe (m) so oftmal hinzu addirt, als das Zehntel der

Grundstärke d in der mittleren Schenkelstärke (D—d) enthalten ist. Angenommen, dieses wäre n mal der Fall, so ist die Formel für die ganze Schaftmasse (incl. Schenkelholz):

$$\frac{2}{3}\,g\left(H+\frac{m}{2}+\frac{n\,.\,m}{3}\right).$$

Für letzte Formel gibt Preßler in seinen holzwirthschaftlichen Tafeln folgenden Beweis: „Sei d die Grundstärke und g die Grundfläche in der Meßpunktshöhe m, H die Richthöhe; D die Stärke und G der Querschnitt in halber Meßpunktshöhe, also D—d die mittlere Schenkelstärke, in dessen Zehnfachem die Stärke d n mal enthalten sein soll, dann ist $10\left(\frac{D-d}{d}\right)=$ $=n$, woraus (1) $D=\left(1+\frac{n}{10}\right)d$. Und weil $g:G=d^2:D^2$ folgt durch Einsetzung des Werthes (1) der Werth $G=g\left(1+\frac{n}{10}\right)^2=g\left(1+\frac{n}{5}+\frac{n^2}{100}\right)$, wofür man, da n immer nur wenige Einheiten hat, hinlänglich genau setzen kann (2) $G=g\left(1+\frac{n}{5}\right)$. Da nun der Oberstamm $=\frac{2}{3}\,g\,(H-m)$, und ferner der Unterstamm $=G\,.\,m=g\left(1+\frac{n}{5}\right)m$, so folgt: Ganzer Stamm incl. Schenkel $\frac{2}{3}\,g\left[H-m+\frac{3}{2}\,m\left(1+\frac{n}{5}\right)\right]=\frac{2}{3}\,g\left(H+\frac{m}{2}+n\,.\,\frac{3}{10}\,m\right)$, wofür, namentlich in Rücksicht der Verkürzung in (2) ganz gut gesetzt werden kann $\frac{2}{3}\,g\left[H+\frac{m}{2}+n\,.\,\frac{m}{3}\right]$.

Beispiel: Eine 24^m hohe und in mäßigem Schluß erwachsene Kiefer zeigte $0{,}7^m$ über dem Stockabschnittspunkt (in der halben Meßpunktshöhe) $D=44^{cm}$, bei $1{,}4^m$ d. h. im Meßpunkt d $=40^{cm}$, daher $\frac{d}{2}=20^{cm}$. Hierauf wurde der Punkt des Stammes, wo derselbe noch 20^{cm} zeigte (Richtpunkt), aufgesucht und die Richtpunktshöhe $h=ba=16^m$, die Richthöhe $H=cd=bc+ba$ $=16+1{,}4=17{,}4^m$ gefunden. Es ist daher:

1. Der Inhalt des Oberstammes $=\frac{2}{3}\,g\,.\,h=$

$$=\frac{2}{3}\times 0{,}785\times d^2\times h=\frac{2}{3}\times 0{,}785\,(0{,}40)^2\times 16=$$

$$=\frac{2}{3}\times 0{,}126\times 16=1{,}34\,Fm.$$

2. Der Inhalt des ganzen Stammes excl. Schenkelholz $= \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2}\right) = \frac{2}{3} . 0{,}126 \left(17{,}4 + \frac{1{,}4}{2}\right) =$

$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \times 18{,}1 = 1{,}52$ Km.

3. Der Inhalt des ganzen Stammes incl. Schenkelholz $= \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} + \frac{n . m}{3}\right)$; da die Schenkelstärke $D - d =$ $= 44 - 40 = 4$ und das Zehntel der Grundstärke $\frac{40}{4} = 4$ genau 1mal in D—d enthalten ist, so ist hier $n = 1$, mithin diesen Werth in obige Formel gesetzt gibt:

$$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \left(17{,}4 + \frac{1{,}4}{2} + \frac{1 . 1{,}4}{3}\right) =$$

$$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \times 18{,}6 = 1{,}56 \text{ Km}.$$

Behufs leichterer Kubirung des Astholzes, welches die Preßler'sche Formel nicht enthält, stellte Preßler in seinem „Gesetz der Astmasse" folgenden Satz auf, der jedoch noch weiterer Bestätigung durch Versuche bedarf: „Wenn der Kronenansatz oder die Höhe des unbeasteten Theils des Stammes in einer arithmetischen Reihe erster Ordnung aufwärts rückt, nimmt das Astmassenprocent, d. h. die Astmasse im Procentsatze zur Stammmasse, in einer Reihe zweiter Ordnung ab." Auf Grund von Versuchen, welche Preßler und Oberförster Täger ausgeführt haben, stellte nun ersterer folgende Astmassentafel auf*):

Kronenansatz bei	Astmassenprocent			
	Fichte und Tanne (einschließlich der Nadeln)	Kiefer	Buche (ausschließlich der Blätter)	Birke
0,0 H	5	5	6	5
8	9	11	11	6
7	14	19	17	10
6	20	29	24	16
5	27	41	32	24
4	35	55	42	(34)
3	45	(71)	55	(46)
2	56	(89)	71	(60)

Die eingeklammerten Zahlen stellen durch Rechnung festgestellte Werthe vor.

Für sehr junge Hölzer sollen etwas höhere, für sehr alte etwas niedrigere Procente genommen werden.

*) Preßler, Gesetz der Stammbildung, Seite 113.

Wirft man einen prüfenden Blick auf vorstehende Kubirungsregel, so muß man unbedingt die theoretische Richtigkeit derselben anerkennen. Wenn dieselbe auch für das Neiloid nicht ganz richtig ist, so legen wir hierauf um so weniger Werth, als eingebauchte Baumformen zu den Seltenheiten gehören. Etwas anders verhält es sich jedoch mit der praktischen Brauchbarkeit der Methode.

Da die Ermittlung des Richtpunktes an liegenden Stämmen, wenigstens bei Nadelhölzern, keine Schwierigkeit bietet, so wird man nach der Preßler'schen Methode natürlich auch liegende Schäfte, namentlich dann mit ziemlicher Genauigkeit kubiren können, wenn man den Meßpunkt nicht allzu nahe an den Stockabschnitt verlegt, und der Richtpunkt nicht schon in jene Stammhöhe fällt, wo in Folge stärkerer Astansätze der Schaft sich schon durch größere Unregelmäßigkeiten auszeichnet. Leider tritt dieser Fall namentlich bei Laubhölzern häufig ein, wo man sogar, wegen Vergabelung der Schäfte, oft den Richtpunkt gar nicht bestimmen kann.

Wenn die bis jetzt über die Methode angestellten Versuche auch gerade keine schlechteren Durchschnittsresultate als die Kubirung aus der Mittelstärke ergeben haben, so wird sie doch nie in Wissenschaft und Praxis zur Kubirung liegender Bäume angewendet werden, weil sie viel umständlicher und zeitraubender als die Formel von Huber, Smalian, Hoßfeld, Rieke u. s. w. ist, und zur Kubirung entgipfelter Stämme überhaupt nicht gebraucht werden kann.

Ueber die Resultate, welche die Preßler'sche Kubirungsregel an liegenden Stämmen liefert, wollen wir einige Mittheilungen beifügen:

Wir selbst fanden bei 22 Kiefernstämmen:

9	Stämme	mit	einem	Fehler	von	0—5	Procent.
9	"	"	"	"	"	6—10	"
4	"	"	"	"	"	11—16	"

Preßler selbst fand (Tharander Jahrbuch, 12. Band) an 80 Stämmen 0,8 % zu wenig, mit Schwankungen von — 8 bis + 8,7 %.

Von Seebach fand (Supplemente zur Allg. F.- u. Jagdz., III. Band, Seite 7) an 37 Buchen 1,7 % zu viel, mit Abweichungen von — 7,6 bis + 17 %; an 27 Fichten zu wenig 0,59 %, mit Abweichungen von — 11,8 bis + 10,6 %.

Seidensticker (Allg. F.- u. Jagdzeitung 1860) an 25 Fichten zu viel 2,5 %, mit Abweichungen von — 19,4 bis 5,2 %.

Wenn nun die Preßler'sche Kubirungsformel, abgesehen von ihrer Umständlichkeit, an einzelnen liegenden Stämmen schon beträchtliche Fehler zeigt, so müssen diese voraussichtlich noch beträchtlich wachsen, wenn man die Methode an **stehenden** Bäumen anwendet, für welche sie eigentlich allein bestimmt ist. Es handelt sich hierbei vorzugsweise um die richtige Bestimmung des Richtpunktes, dessen Lage selbstverständlich auf das Resultat von großem Einfluß ist. Der Richtpunkt soll in der Regel nach dem Augenmaße eingeschätzt werden, was jedenfalls keine leichte Aufgabe ist und von Uebung und Talent abhängt, die nicht Jeder sich aneignen kann. Zu etwas genauerer Bestimmung des Richtpunktes hat zwar Preßler noch ein im Wesen aus Pappe bestehendes Richtrohr konstruirt, welches im allgemeinen auf dem Prinzip der bereits abgehandelten Baumstärkenmesser beruht, dessen nähere Beschreibung wir aber hier übergehen können, weil die Preßler'sche Methode wohl nie praktisch werden wird, und weil auch mittelst Anwendung des Richtrohrs, welches kein Fernrohrinstrument ist, der Durchmesser des meist sehr hoch und unbequem liegenden Richtpunktes jedenfalls nicht mit der nothwendigen Schärfe bestimmt werden kann.

Versuche über die Prüfung der Preßler'schen Kubirungsregel an **stehenden** Bäumen liegen merkwürdiger Weise noch wenig vor, so glänzend man die Vorzüge der Methode auch unermüdlich hinzustellen suchte. Wir selbst fanden bei 10 circa 140jährigen Kiefern einen durchschnittlichen Fehler von nur + 6 %, weil wir nach vorausgegangener Einübung an liegenden Bäumen schon ungefähr wußten, wohin der Richtpunkt fällt. Ein noch unerfahrener Untergebener schätzte jedoch den Richtpunkt stets zu tief an, und erhielt dadurch sehr fehlerhafte Resultate. Judeich fand bei 22 Fichten in den einzelnen Resultaten Schwankungen von — 12,2 bis + 7,8 %. Schaal bei 50 speciell mitgetheilten Fällen beim Nadelholz Schwankungen von — 16,8 bis + 8,6 %; beim Laubholz solche von — 14,5 bis + 7,2 %. Nimmt man aus einer größeren Anzahl von Kubirungen das Mittel, so gleichen sich die Differenzen allerdings ziemlich aus, aber bei der Kubirung einzelner stehender Bäume soll eben der Inhalt eines jeden Exemplars möglichst genau angegeben werden können, welche Bedingung die Preßler'sche Methode nicht erfüllt.

Sollen wir schließlich über das Verfahren noch ein Endurtheil

abgeben, so geht es dahin: Die Richthöhe ist ein gewisser, wenn auch nicht untrüglicher Maßstab für die Vollholzigkeit des Baumes. Die Preßler'sche Kubirungsregel wird daher da, wo der Richtpunkt genau und ohne besondere Mühe ermittelt werden kann, was die Schätzung **einzelner** stehender Baumschäfte betrifft, genauere Resultate liefern, als die reine Okularschätzung und die gewöhnliche Formzahlmethode. Sie wird aber trotzdem nie in die größere forstliche Praxis eindringen und auch von dem Augenblick an kaum mehr dem Namen nach erwähnt werden, als man mit der Aufstellung neuer, für das Metermaß berechneter Massentafeln fertig sein wird, welcher Aufgabe sich die forstlichen Versuchsstationen in den nächsten Jahren unterziehen werden.

Preßler glaubte bekanntlich von seinem Verfahren, „daß es das einfachste, sicherste und allgemein anwendbarste sei von allen, die bereits erdacht worden seien, oder noch erdacht werden könnten." Auch war er der Ansicht, durch seine Methode würden alle seitherigen Bestandesschätzungsmethoden und insbesondere auch die Bayerischen Massentafeln entbehrlich. Einer solchen Ansicht kann man natürlich nicht beistimmen, denn

1) ist das Verfahren nicht das einfachste, weil die Okularschätzung und Formzahlmethode jedenfalls noch einfacher sind;

2) ist das Verfahren nicht das sicherste, weil eine Anzahl Kubirungsmethoden und insbesondere auch die Methode, bei welcher Probestämme gefällt und liegend kubirt werden, jedenfalls noch sicherere Resultate liefern; auch die ganze Stock- und Astholzmasse nach Preßler stets eingeschätzt werden muß;

3) ist die Methode nicht die allgemein anwendbarste, weil in jedem Reviere sich Tausende von Stämmen finden, auf welche dieselbe gar nicht anwendbar ist. Manche Holzart, wie Eiche, Buche, Esche, Ahorn u. s. w. sind in der Richtungshöhe schon längst verzweigt. Langschaftige Fichten und Tannen ändern oft auf 2 bis 3 m Länge ihren Durchmesser kaum um 1 cm, hier ist also die richtige Lage des Richtpunkts schwer bestimmbar, bei vielen andern Stämmen ist wieder der Richtpunkt durch Aeste verdeckt oder wenigstens so schlecht beleuchtet, daß eine genaue Bestimmung desselben kaum möglich ist;

4) besitzt das Verfahren nicht die für den praktischen Dienst erforderliche Einfachheit; es wird nur demjenigen gute Dienste leisten,

welcher Talent im Ansprechen der wahren Grundstärke und im Einschätzen des Richtpunktes besitzt und Zeit hat und Lust in sich fühlt, sich im Gebrauch der Methode **vorher** gründlich einzuüben. Erfahrungsmäßig schreiben aber Forstverwaltungen nicht gerne eine Methode vor, deren Resultate zu sehr vom Talent des Taxators abhängen, sondern sie wählen lieber Schätzungsgehülfen, welche in erster Linie einen gewissenhaften Arbeiter voraussetzen, denn Talente sind nicht gerade häufig und dem Augenmaße und der „mathematisch gebildeten Phantasie" einen allzugroßen Spielraum zu lassen, empfiehlt sich nicht im Geschäftsleben;

5) bei einer guten Schätzungsmethode muß auch die vorgesetzte Behörde jederzeit in der Lage sein, die Schätzung prüfen zu können. Die Preßler'sche Methode läßt eine Prüfung der Resultate eigentlich nur hinsichtlich des Meßpunkts zu, in Bezug auf die Nachprüfung der richtigen Bestimmung des Richtpunkts kann sich der leichtfertige Taxator immer damit aus der Verlegenheit helfen, daß er behauptet, den Richtpunkt nach Kräften angesprochen zu haben.

Wer überhaupt einmal in die Lage kommen sollte, den Inhalt einzelner stehender Bäume möglichst genau ansprechen zu müssen, der greift wohl noch besser zu der von uns schon früher empfohlenen Hoßfeld'schen Formel; denn bedeutet G_1 die Kreisfläche in $^1/_3$ der Scheitelhöhe, H die Scheitelhöhe selbst, so ist der Kubikinhalt des ganzen Schaftes vom Stockabschnitt bis zum Gipfel ohne Aeste:

$$k = 0{,}75 \,.\, G_1 \,.\, H,$$

welche Formel bekanntlich für den geradseitigen und ausgebauchten Vollkegel richtig ist. Wir räumen dieser Formel eine größere Berechtigung, als der Preßler'schen Kubirungsregel ein. Wollte man dieselbe nämlich zur Kubirung stehender Bäume verwenden, so hätte man nur die Scheitelhöhe H derselben zu ermitteln, hierauf den in $^1/_3$ dieser Höhe befindlichen Durchmesser zu messen, die Kreisfläche dazu zu berechnen und letztere mit 0,75 der Scheitelhöhe zu multipliciren.

Beispiel: Die Scheitelhöhe eines Baumes sei 30 m, der Durchmesser in $^1/_3$ dieser Höhe (10 m über dem Stockabschnitt) 0,48 m, so ist dessen gesammter Schaftgehalt, da die Kreisfläche $G_1 = 0{,}785 \times (0{,}48)^2 = 0{,}181$ ist:

$$k = 0{,}75 \times 0{,}181 \times 30 = 4{,}08 \text{ Km}.$$

Wir haben nach dieser Formel eine große Menge liegender Stämme kubirt und im Einzelnen wie im Durchschnitt genauere Resultate als nach der Preßler'schen Kubirungsregel gefunden. Es muß jedoch die Hoßfeld'sche Formel, auf die Kubirung stehender Bäume angewendet, noch weit über der Preßler'schen Regel stehen, wie sich dieses auch leicht erklären läßt.

Um den Preßler'schen Richtpunkt zu bestimmen, muß man den Durchmesser der Grundstärke messen, denselben durch zwei theilen und nun am Baume diejenige Stelle aufsuchen, wo derselbe noch die halbe Grundstärke besitzt. Alle Formuntersuchungen haben bis jetzt ergeben, daß die Stämme gerade an den unteren Stammtheilen (Preßler's Grundstärke) und an den oberen Theilen (Preßler's Richtpunkt und darüber oder etwas darunter) am unregelmäßigsten gewachsen sind; daß aber die größte Regelmäßigkeit der Schaftform zwischen der Grundstärke und dem Richtpunkte und insbesondere etwa in 1/3 der Scheitelhöhe zu finden ist. Da aber nach unserem Vorschlage der Baum weder in der Grundstärke noch im Meßpunkt, sondern nur in 1/3 der Scheitelhöhe gemessen zu werden braucht, so konnte man schon im Voraus (d. h. auch ohne Versuche) die Ueberzeugung haben, daß auf diese Art richtigere Resultate als nach Preßler erreichbar sein müßten.

Aber auch in der Praxis ist die Bestimmung des Durchmessers in 1/3 der Scheitelhöhe einfacher als nach Preßler. Der Vorwurf, den man letzterer Methode macht, daß nämlich der Richtpunkt wegen der Belaubung oder Benadelung nicht immer gesehen werden könnte oder wenigstens in dem Dämmerlicht der Bestände undeutlich erscheine, fällt begreiflich nach unserem Vorschlage ganz weg; denn in 1/3 der Scheitelhöhe findet sich nie undurchsichtiges Laub- oder Nadelwerk, der Durchmesser erscheint ferner daselbst viel deutlicher, weil er dem Auge viel näher als der Richtpunkt liegt. Die Bestimmung der Stammstärke in 1/3 der Höhe ist daher mindestens so leicht, wie die richtige Auffindung des Preßler'schen Richtpunktes. Von einer Okularschätzung würden wir überhaupt ganz Umgang nehmen. Der der Grundfläche G_1 entsprechende Durchmesser liegt dem Auge viel näher und ist für dasselbe viel deutlicher, er kann daher schon mit einem verhältnißmäßig einfachen Stärkemesser hinreichend genau gemessen werden. Wollte man jedoch die Anschaffung eines Stärkemessers umgehen, so könnte man die betreffenden Bäume auch mit einer Leiter bis zu 1/3 H besteigen lassen und daselbst die Durchmesser direkt abgreifen. Uebrigens kann auch jeder geübte Waldarbeiter einzelne Bäume (z. B. Musterstämme) bis zu 1/3 der Höhe mit Steigeisen besteigen, an den geeigneten Stellen dieselben mit dem Meßbande umschlingen und auf das genaueste messen. Dies sind sehr einfache Verrichtungen, die bei dem Einsammeln der Baumsamen, der Ausastung selbst starker Stämme und überall, wo die Bäume mittelst des Seilhakens gerodet werden, schon lange im Gebrauche sind. Es ist daher außer Zweifel, daß man nach dieser Weise rascher und weit sicherer zum Ziele kommt, als nach der Preßler'schen Kubirungsregel. Dennoch sind wir nicht so eitel, zu glauben, daß unser Vorschlag Epoche machen wird, wie das Preßler von dem seinigen voraussetzt.

5. Von der sektionsweisen Kubirung stehender Bäume.

§. 32.

Die Erfahrung, daß die Kubirung einzelner stehender Bäume nach Formzahlen schwankend und unter Umständen sehr fehlerhaft ist, hat schon vor einer längeren Reihe von Jahren bei einzelnen Forstwirthen den Wunsch hervorgerufen, auch stehende Bäume, ähnlich wie liegende, nach dem genaueren Sektionsverfahren behandeln zu können.

Die Realisirung dieses Wunsches war zunächst an die Erfindung von Instrumenten geknüpft, mittelst welcher sich die Durchmesser eines Baumes in jeder beliebigen Höhe mit genügender Schärfe ermitteln ließen.

Man glaubte, und glaubt es von gewissen Seiten noch, nach der Bekanntwerdung derartiger Instrumente den höchsten Gipfelpunkt der Baum- und Bestandesschätzung erreicht zu haben, weil alsdann die seither vielfach übliche, der Aussage nach zeitraubende und kostspielige Fällung von Probestämmen, wie sie die besseren Bestandesschätzungsmethoden verlangen, vollständig entbehrlich würde.

Wir sind jedoch geneigt zu glauben, daß die Ursache, warum man bis jetzt seltener zur sektionsweisen Ausmessung stehender Bäume seine Zuflucht genommen hat, weniger in einem Mangel an geeigneten Instrumenten, als in dem wirklich fehlenden Bedürfnisse nach solchen liegen dürfte.

Die Zerlegung stehender Bäume in Sektionen und das Messen der Sektionsdurchmesser kann sich wohl nur auf die unteren, leicht übersehbaren, nicht aber auf die oberen Schafttheile und das Astholz erstrecken. Es läßt sich daher schon aus diesem Grunde und aus anderen nahe liegenden Ursachen nach dieser Kubirungsmethode nie der Genauigkeitsgrad erreichen, welcher beim Fällen der Bäume möglich ist. Da das Verfahren noch überdies zeitraubend und umständlich ist, so sind wir der Ansicht, daß dasselbe bei wissenschaftlichen Untersuchungen immer, bei der Aufnahme einzelner stehender Bäume zu anderen Zwecken aber in der Regel umgangen werden kann.

Was die taxatorischen Arbeiten betrifft, so glauben wir, daß der größte Theil derjenigen unserer Fachgenossen, welcher sich längere

Zeit mit umfangsreichen Holzmassenaufnahmen praktisch beschäftiget hat, dieser Ansicht beitreten dürfte; doch werden wir im folgenden Abschnitte nochmals darauf zurückkommen.

Von den wissenschaftlichen Untersuchungen, welche mittelst des Sektionsverfahrens an stehenden Bäumen gemacht werden sollen, können wir aber schon jetzt reden, weil sie in der Regel an einzelnen Stämmen vorgenommen werden müssen. Wir wissen zwar nicht genau, welche wissenschaftliche Untersuchungen die Anhänger der sektionsweisen Berechnung stehender Bäume in das Bereich ihrer Forschungen zu ziehen pflegen, können uns aber denken, daß dies in Absicht auf Baumzuwachs und Baumform geschieht. Täuschen wir uns hierin nicht, dann sei uns nur die Frage erlaubt: warum macht man solche Studien nicht viel besser an gefällten Bäumen, wozu die jährlichen Holzhauereien auf die bequemste und sicherste Weise so tausendfache Gelegenheit bieten?

Die wenigen Anhänger der sektionsweisen Aufnahme stehender Bäume gestehen selbst zu, daß hierbei nie der Grad von Genauigkeit erreicht werden könne, wie bei liegenden Stämmen, und doch erfordern Zuwachs- und Formuntersuchungen den höchsten Grad von Aufmerksamkeit. Kleine Bruchtheile von Centimetern, welche im gewöhnlichen wirthschaftlichen Betriebe gar nicht mehr in Rechnung gezogen werden, sind hier noch bedeutende Größen. Ueberdieß erscheint uns hierbei eine einmalige Messung der Durchmesser an einer Stelle des Baumes ungenügend, es müßten dieselben nach verschiedenen Richtungen abgegriffen werden. Nun aber ist die einfache Stärkenmessung stehender Bäume für sich schon zeitraubend und umständlich genug, noch viel weniger dürfte man daher in der Lage sein, diese Messungen in verschiedenen Richtungen an ein und demselben Baume vornehmen zu können; und doch sollte es sein, weil die Durchmesser starker Stämme an einer Stelle nicht selten um einige Centimeter abweichen.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß man zwar am liegenden Baume zufälligen aber häufigen Unebenheiten, unverhältnißmäßigen Ein- und Ausbiegungen, Wulsten u. s. w. ausweichen, und die Kluppe oder das Meßband je nach Bedürfniß etwas herauf oder hinunter rücken kann, daß dieses aber nicht am stehenden Baume möglich sein dürfte, dessen abnorme Wachsthumsverhältnisse an höheren Theilen des Stammes dem Auge wegen der größeren

Entfernung und ungünstigen Beleuchtung in geschlossenen Beständen meist entgehen.

Auch für Bau- und Nutzholz-Abgaben von gewissen Dimensionen wurden solche Instrumente, behufs genauer Angabe der Baumdurchmesser in einer gewissen Höhe, sehr angepriesen. Es steht sicher, daß es z. B. bei der Abgabe von Schiffsmasten unter Umständen darauf ankommt, den Durchmesser des Baumes in einer bestimmten Höhe bis auf einige Centimeter genau anzugeben. Jedoch gibt auch hier der Praktiker solche Stämme selten oder nie stehend ab.

In einem geregelten forstwirthschaftlichen Betriebe führt man die Axt aus vielen und gewichtigen Gründen im haubaren Bestande nicht das ganze Jahr hindurch, sondern hält die erfahrungsmäßig vortheilhafteste Fällungszeit ein, höchstens führt man geringfügige Durchforstungen in allen Jahreszeiten aus. Die Abgabe von Bau- und Nutzholz fällt daher in der Regel mit dem etatmäßigen Holzschlage zusammen, und nun prüft man den gefällten Stamm auf seine Tauglichkeit zu diesem oder jenem Zwecke. Nur in Ausnahmsfällen wird daher eine Abgabe von Nutzholz bei stehenden Stämmen stattfinden, wer dann zu seiner, vielleicht durch langjährige Erfahrung ausgebildeten Schätzungskunst nicht das nöthige Vertrauen hat, mag immerhin zu einem Stärkenmesser greifen. In diesen Ausnahmsfällen soll ihnen ihre Brauchbarkeit nicht abgesprochen werden.

Das von Professor Breymann in Mariabrunn namentlich für Stärkemessungen stehender Bäume konstruirte Universal-Instrument dürfte, was die Genauigkeit anlangt, alle bis jetzt vorhandenen Instrumente übertreffen. Da dasselbe jedoch vorzugsweise in der Absicht konstruirt wurde, die Bestandesschätzung durch genauere Ermittlung der Formzahlen an stehenden Musterstämmen zu vereinfachen, so sollen erst im folgenden Abschnitte die Grundzüge dieses Verfahrens besprochen werden. Einer größeren Verbreitung dieses Instruments steht dessen hoher Preis und mangelndes Bedürfniß entgegen, und darum wird es wohl kaum in der forstlichen Praxis Eingang finden.

6. Von der Schätzung einzelner stehender Bäume nach Massentafeln.

§. 33.

Wenn auch die Formzahlen selbst gleicher Holzarten sehr von einander abweichen, so hat sich doch aus vielen wirklichen Messungen ergeben, daß erstere bei Bäumen gleicher Holzart, gleicher

Höhe, gleicher Durchmesser und ziemlich gleichen Alters sich nicht in allzu weiten Grenzen bewegen. Auf diese Wahrnehmung gestützt, hat man in dieser Weise zusammen gehörige Bäume kubisch berechnet, aus den Ergebnissen die Durchschnitte genommen und diese tabellarisch zusammengestellt, so daß man nur nöthig hat, den Durchmesser des Baumes etwa 1,3^{m} über der Erde abzugreifen, dessen Scheitelhöhe zu messen und dessen Alter beiläufig zu veranschlagen, um aus der zugehörigen Massentafel den Inhalt ohne alle Rechnung ablesen zu können. Von vorzüglichem Werthe sind in dieser Beziehung die bayerischen Massentafeln, welche von Oberförster Stahl auf preußisches, von Oberförster Buscheck auf österreichisches und jetzt auch von Behm in Metermaß umgerechnet worden sind.

Es muß jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß es nicht im Prinzipe der Massentafeln liegt, auf welches wir erst im folgenden Abschnitte näher eingehen können, einzelne Bäume zu kubiren; erstere enthalten vielmehr die durchschnittlichen Resultate vieler einzelner Messungen, weßhalb, wenn auch nur sehr selten, durch deren Anwendung auf einzelne Fälle immerhin Fehler bis zu 20 % möglich sind.

Den vorzüglichsten Werth haben daher die Massentafeln für die Schätzung ganzer Bestände. Wenn wir sie dennoch hier auch als Mittel zur Kubirung einzelner stehender Bäume anführen, so geschieht dieß darum, weil wir die Erfahrung gemacht haben, daß sie bei nicht sehr abnormen Baumformen immer noch weit bessere Resultate als die bloße Okularschätzung liefern, auch den Schätzungsverfahren nach Formzahl und Formhöhe meist nicht nachstehen, vielfach selbst der Wahrheit noch näher kommen, als das neue Preßler'sche Schätzungsverfahren aus Grundstärke und Richthöhe.

Demjenigen jungen und in der Baumschätzung unerfahrenen Manne, welcher den Kubikinhalt eines stehenden Baumes beiläufig einzuschätzen hat, werden daher auch die Massentafeln hier ihre Dienste nicht versagen.

Zweiter Abschnitt.

Von der Holzmassen-Aufnahme der Bestände (Bestandesschätzung).

Vorbemerkungen.

§. 34.

Im vorigen Abschnitte haben wir uns mit der Ermittlung der Holzmassen einzelner Bäume beschäftiget. Obgleich an den ausübenden Forstmann für die gewöhnlichen wirthschaftlichen Zwecke im Allgemeinen seltener die Aufgabe gestellt wird, den Kubikinhalt eines einzelnen Baumes in einer Zahl anzugeben und seine Sortimentsverhältnisse festzustellen, weil ja beim Holzhauereibetriebe im Großen die gefällten Bäume massenhaft zersägt, gespalten und in die ortsüblichen Schichtmaße aufgesetzt werden, so schien es doch deßhalb nothwendig, den Gegenstand im ersten Abschnitte etwas ausführlicher zu behandeln, weil die meisten Methoden der Bestandesschätzung sich auf die genaue Ermittlung des kubischen Inhaltes einzelner Modell-, Muster oder Probebäume gründen.

Eine vollständig richtige Berechnung des Kubikinhaltes der Holzbestände ist uns bis jetzt noch nicht möglich gewesen; wir wären nur dann im Stande diese Aufgabe ganz zu lösen, wenn wir alle Bäume eines Bestandes fällen und kubisch berechnen dürften. Da wir aber gerade den Kubikinhalt des stehenden Holzes ermitteln sollen, so können wir uns der Wahrheit nur nähern, oder sie höchstens zufälligerweise einmal erreichen. Die Erzielung eines unter allen Verhältnissen möglichst richtigen, nicht vom Zufall abhängigen Resultates, muß daher Zielpunkt der Bestandesschätzung sein.

Manche Wege, welche seither zur Erreichung dieses Zweckes

betreten wurden, führen jedoch mehr von dem Ziele ab, als demselben zu. Die dieser Erscheinung zu Grunde liegenden Ursachen haben theilweise darin ihren Sitz, daß man bei den meisten Bestandesschätzungs-Methoden nicht ähnlich, wie in der Geodäsie, seine Schlüsse vom Großen auf das Kleine, sondern umgekehrt vom Kleinen auf das Große ziehen muß. Eine Fehleranhäufung wird daher in um so höherem Grade stattfinden, je unsicherer der Maßstab, welchen man an den Holzgehalt ganzer Bestände anlegt, bestimmt wird. Mit anderen Worten, diejenigen Methoden, bei welchen zwar in dem Bestande ein sogenannter Musterstamm ausgewählt, dessen Inhalt aber nicht mit aller nur möglichen Schärfe ermittelt wird, werden die schlechtesten Resultate liefern; dagegen wird man der Wahrheit um so näher kommen, eine um so größere und auf das sorgfältigste berechnete Anzahl Modell- oder Probestämme zu Grunde gelegt werden.

Wenn wir daher in der Folge auch eine Anzahl Methoden besprechen, welche uns unpraktisch und verwerflich scheinen, so geschieht dieses nur aus dem Grunde, weil es immerhin interessant sein dürfte, zu beobachten, wie sich die Bestandesschätzung allmälig aus der Tiefe zur größeren Höhe emporgeschwungen hat, und weil endlich auch aus den Mängeln des einen Verfahrens die Vorzüge eines andern um so klarer hervorleuchten.

Die hin und wieder laut gewordene Ansicht, als komme es in den verschiedenen Lagen der forstlichen Praxis gar nicht auf eine genaue und spezielle Aufnahme der Holzbestandesmassen an, können wir nicht theilen, sie scheint uns vielmehr nur in unverhüllter Weise den Beweis zu liefern, daß man über die neueren Fortschritte der Bestandesschätzung hin und wieder noch verwirrte Begriffe hat, und dieselben im Intereffe der Forste und der Waldbesitzer nicht befriedigend auszubeuten weiß. Wie läßt sich der Werth eines Waldes richtig bestimmen, wie eine gerechte Waldtheilung vornehmen, wie eine Waldertrags-Regelung auf einen festen Grund bauen, ohne eine genaue Kenntniß der vorhandenen Vorräthe?

Zwar hat man hinsichtlich der Waldertrags-Regelung eingewendet, daß sich grobe Fehler in der Holzmassen-Ermittlung bei häufigen Revisionen und Vergleichungen der wirklichen mit den Taxations-Ergebnissen leicht und früh genug auffinden ließen; aber

verursachen denn so häufige Revisionen nicht immer Kosten, veranlassen sie nicht, im Falle wirklich grobe Fehler entdeckt werden, eine, wenn auch nur theilweise Umrechnung und Berichtigung des Taxations-Elaborats? Deßhalb ist es weit zweckmäßiger, sich mit etwas weniger Revisionen zu begnügen, dafür aber eine genauere Methode der Holzmassenaufnahme anzuwenden. Endlich wolle man aber nicht übersehen, daß auch die weniger genauen Massenschätzungs-Methoden Zeit und Kosten, und nicht selten in höherem Grade in Anspruch nehmen, als andere bessere Verfahren, wie wir in der Folge nachzuweisen beabsichtigen.

Wir sind übrigens durchaus nicht der Ansicht, daß dasjenige Verfahren, welches die genauesten Resultate liefert, auch immer das Beste sei, im Gegentheile sollen die aufgeopferten Kräfte mit dem erreichbaren Erfolge immer im richtigen Verhältnisse stehen. Nur darüber muß man sich wundern, daß in der Bestandesschätzung hin und wieder noch Methoden in Vorschlag, wenn auch seltener in Ausführung kommen, welche, bei gleichem oder höherem Aufwande an Zeit und Kosten, schlechtere Resultate als andere liefern.

Erstes Kapitel.

Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Okularschätzung.

I. Von der Aufnahme durch Ansprechen eines jeden Baumes auf seinen Kubikinhalt.

§. 35.

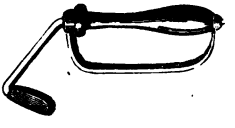
Dieses Verfahren stimmt mit der in §. 28 beschriebenen Okularschätzung einzelner Bäume überein, und stammt, wie jenes, aus einer Zeit, wo der Holzmeßkunst noch alle mathematische Grundlage fehlte und man in Anwendung sonstiger Hilfsmittel noch sehr beengt war. Jeder Baum wird, wie bereits §. 28 beschrieben, auf seinen Inhalt nach dem bloßen Augenmaß angesprochen. In der Summe der einzelnen Inhalte erhält man schließlich den Kubik-

inhalt des Bestandes, der, wenn es gewünscht wird, auch nach Holzarten getrennt angegeben werden kann.

Wird die Schätzung des Bestandes nur von einem einzigen Taxator ausgeführt, so muß derselbe zu jedem Baume hintreten, denselben allein, oder mit andern naheſtehenden Bäumen zusammen, auf seinen Inhalt ansprechen, den Betrag in ein Aufnahmsprotokoll eintragen und die taxirten Bäume schließlich etwa in einer Höhe von 1,5 m über dem Boden leicht kenntlich bezeichnen, so daß sie aus Versehen nicht zweimal eingeschätzt werden. Die Schätzung der Stämme geschieht am besten streifenweise, weil letztere alsdann weniger leicht vergessen werden. Die Bezeichnung der bereits geschätzten Stämme geschieht immer nach der Seite hin, wo der Bestand noch nicht aufgenommen ist und zwar so, daß, nachdem ein Streifen beendigt ist und die Schätzung eines neuen Streifens beginnt, man das Zeichen, ohne suchen zu müssen, alsbald erblickt.

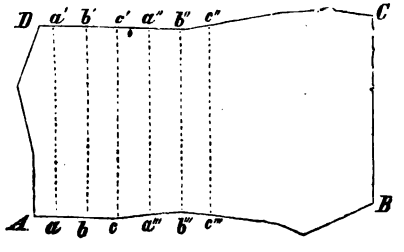
Als Bezeichnungsmittel verwendet man am besten einen gut konstruirten, hinreichend geschärften und die Hand vor Beschädigung schützenden Baumrisser (Fig. 53). Ein solches Instrument gewährt den Vortheil, daß es von dem Taxator selbst getragen und geführt werden kann und daß das mit ihm gemachte Zeichen längere Zeit sichtbar bleibt; während zu dem Gebrauch eines Beiles, womit man dem Baume eine kleine Platte gibt, sowie zu dem Auftragen eines Farbenkleckses mittelst eines Pinsels u. s. w. immer noch ein Hilfsarbeiter gehört, abgesehen davon, daß das rohe Farbematerial sich bei eintretendem Regenwetter leicht verwischt.

Fig. 53.



Besorgen mehrere Taxatoren, z. B. drei, das Schätzungsgeschäft, so stellen sich dieselben (Fig. 54) am Rande einer der längeren Bestandeslinie AB in einer Colonne (Reihe) der Art auf, daß der Flügelmann a noch einige Schritte von der kürzeren Bestandeslinie AD entfernt zu stehen kommt. Die übrigen Schätzer stellen sich in gleichen Abständen von 6—10—20 Schritten, je nachdem der Be-

Fig. 54.



stand dichter oder lichter ist, in der Richtung von A nach B hin auf und nun rückt die Kolonne, sich nach dem Flügelman a einrichtend, in lauter möglichst parallelen Streifen nach a', b' und c' vor, wobei jeder die zwischen ihm und seinem Nachbar zur Linken stehenden Bäume einschätzt und nach der Seite BC hin kenntlich zeichnet. Hierbei ist es gut, wenn nicht alle Schätzer zu gleicher Zeit angehen, sondern b sich immer etwas hinter a, und c hinter b hält, damit jeder sieht, welche Stämme von seinem Vordermann schon aufgenommen wurden.

Auf der Bestandeslinie CD angekommen, stellt sich die Schätzerkolonne wieder in ähnlicher Weise in a'', b'' und c'' auf und schreitet parallel zu dem letzten Streifen cc' wieder bis a''', b''' und c''' vor. In gleicher Weise wird bis zu Ende des Bestandes fortgefahren.

Durchziehen den Bestand Wege, Fußpfade, Schluchten, Gräben oder sonst leicht kenntliche Zeichen, so ist es vortheilhaft, ersteren nach diesen Merkmalen in kleinere Sektionen zu theilen und jede besonders aufzunehmen, weil auf kürzere Strecken die Schätzerkolonne weniger leicht ihre Richtung verliert.

Im Königreich Sachsen soll man bei der Okularschätzung der Bestände nach Kunze*) wie folgt verfahren: Der Taxator durchgeht den Bestand, dessen Flächeninhalt gegeben sein muß, nach allen Richtungen, merkt sich alle größeren holzleeren Stellen und bringt die Summe derselben am Flächeninhalt in Abzug, reducirt also die wirkliche Fläche auf die normal bestockte Fläche des Bestandes. Hierauf wählt er sich eine kleinere Fläche von etwa 1 Aar so aus, daß dieselbe hinsichtlich ihrer Bestockung der durchschnittlichen Beschaffenheit des Bestandes zu entsprechen scheint und schätzt die darauf stockende Holzmasse ein. Die Holzmasse etwa des Aars multiplicirt mit der Anzahl Aare der normalbestockten Bestandesfläche gibt den Inhalt des Bestandes. Das Verfahren stellt somit die Bestandesaufnahme nach Probeflächen in Verbindung mit Okularschätzung dar. Ueber die bei diesem Verfahren gewonnenen Resultate theilt Kunze aus einem Wirthschaftsbuche eine Zusammenstellung mit, aus der folgt, daß unter 45 mit dem späteren Schlagergebniß verglichenen Schätzungen 31 zu niedrig und 14 zu hoch eingeschätzt waren.

*) Kunze, Holzmeßkunst Seite 182.

Bei den 31 zu niedrigen Schätzungen betrugen die Fehler:

bei	5	Schätzungen	0,1 bis	5	Prozent
„	1	„	5,1 „	10	„
„	4	„	10,1 „	15	„
„	5	„	15,1 „	20	„
„	3	„	20,1 „	25	„
„	3	„	25,1 „	30	„
„	4	„	30,1 „	35	„
„	3	„	35,1 „	40	„
„	2	„	40,1 „	45	„
„	1	„	45,1 „	50	„

Bei den 14 zu hohen Schätzungen betrugen die Fehler:

bei	6	Schätzungen	0,1 bis	5	Prozent
„	2	„	5,1 „	10	„
„	4	„	10,1 „	15	„
„	2	„	15,1 „	20	„

Auch die Resultate dieser Methode können nicht für die Okularschätzung einnehmen. Dieselbe setzt überhaupt, soll sie einigen Anspruch auf Genauigkeit machen, Leute voraus, welche mit Erfahrung ausgerüstet sind und ein im Schätzen geübtes Auge haben. Aber selbst in diesem Falle bleibt das Verfahren mangelhaft, weil viele Fälle bekannt geworden sind, wo sogar anerkannte Meister in diesem Fache, wenn sie auch manchmal die Holzmasse fast ganz richtig schätzten, häufig auch wieder sehr bedeutende Fehler begingen. Hierüber und daß von ungeübten Schätzern häufig Fehler von 20—60 und mehr Prozent gemacht werden, darf man sich nicht wundern, wenn man bedenkt, daß die Arbeit, wenn sie lange fortgesetzt wird, eine sehr mühevolle und anstrengende ist, bei der man sich in fortwährender Uebung erhalten muß, um nicht den Maßstab völlig zu verlieren.

Häufig mangelt dem Forstmanne auch die nöthige Zeit zu seiner Ausbildung in diesem Zweige der Taxation. Man machte daher auch den Vorschlag, zu diesem Geschäfte erfahrene und zuverlässige Holzhauer zu verwenden. In früherer Zeit hatte dieser Vorschlag mehr für sich als jetzt, wo das Prinzip der Arbeitstheilung auch in die Holzschläge immer mehr eindringt. Früher war der Holzhauer in der Regel auch Holzsetzer, er arbeitete einen Stamm nach dem andern in das vorgeschriebene Schichtmaß auf

und konnte hierbei sein Schätzerauge zur Genüge üben; jetzt hat er, wenigstens in einem wohl eingerichteten Holzhauereibetriebe, das gespaltene und zerhauene Holz meist nur an die Abfuhrwege zu tragen, wo es der besonders angestellte Holzsetzer vorschriftsmäßig aufarcht. Der Holzhauer kann bei einer derartigen Einrichtung natürlich keinen sicheren Maßstab mehr gewinnen.

Ein weiterer, eng mit der Okularschätzung verwachsener Mißstand ist noch der, daß man eigentlich die Arbeit des Taxators einer so nothwendigen Kontrole gar nicht unterwerfen kann, jede Angabe desselben über die gefundene Bestandesmasse muß blind geglaubt werden. Sollte das Schätzungsresultat auch von der Wirklichkeit um 30—40 Prozent abweichen, zur Rechenschaft kann ein leichtfertiger Schätzer deßhalb nicht gezogen werden, denn er wird sich natürlich ausreden, nach Kräften gearbeitet zu haben. Wollte man aber die bereits geschätzten Bestände nochmals nachschätzen lassen, so würde ein solches Verfahren jedenfalls kostspieliger werden, als wenn man gleich anfänglich eine genauere, auf besseren und prüfbaren Grundlagen beruhende Methode in Ausführung gebracht hätte.

Aus diesen Gründen sollte ein so rohes und unwissenschaftliches Schätzungsverfahren nur noch bei Hiebsauszeichnungen, nicht aber für Zwecke der Forsteinrichtung und Waldwerthberechnung angewendet werden, um so mehr nicht, als andere Methoden ohne lange Einübung und ohne große Erfahrung in derselben Zeit und mit denselben Kosten weit bessere und zu jeder Zeit prüfbare Resultate liefern.

II. Von der Bestandes-Aufnahme nach Vergleichsgrößen und Holzertragstafeln.

§. 36.

Obgleich die im vorigen Paragraphe beschriebene Schätzungsmethode im Grunde auch eine Schätzung nach Vergleichsgrößen ist, so unterscheidet sich jene doch von dieser wesentlich dadurch, daß dort jeder einzelne Baum auf seinen Kubikinhalt angesprochen wird, hier aber die Schätzung sich summarisch über den ganzen Bestand oder einzelne Theile desselben erstreckt.

Jene Waldungen nämlich, welche schon seit Jahren forstwirthschaftlich vermessen sind und in welchen die jährlichen Holzernten getrennt nach Abtheilungen genau aufgenommen und verbucht werden; insbesondere auch solche Wirthschaftsganzen, welche schon vor geraumer Zeit regulirt wurden, so daß man die Fällungsergebnisse einzelner abgetriebener Bestände schon ganz genau per Flächeneinheit kennt, liefern in diesen Zahlen ein schätzbares Material, welches man unter Umständen zur Uebertragung auf andere zu schätzende Bestände verwenden kann.

Angenommen, man kenne das Fällungsergebniß eines seiner Holzart und seinem Alter nach bekannten Bestandes, man habe sich über den letzteren auch Notizen über die wichtigsten die Bestandesmassen bestimmenden Faktoren gemacht oder sie genau dem Gedächtniß eingeprägt, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß ein anderer unter ähnlichen Verhältnissen erwachsener Bestand, gleichen Alters und gleicher Holzart, welcher bei seiner sorgfältigen Betrachtung dieselben Eindrücke zurückläßt, auch dieselbe Holzmasse abwerfen wird. Man kann sogar durch eine derartige Vergleichung auch auf den Holzgehalt etwas älterer oder jüngerer, sowie mehr oder weniger geschlossener Bestände mit einiger Sicherheit schließen, wenn man nur die dann nöthig scheinenden Abzüge oder Zuschläge mit der gehörigen Aufmerksamkeit vornimmt.

Ein derartiges Verfahren dürfte in der Regel etwas bessere Resultate als das vorige liefern; aber dennoch bleibt es in seinen Erfolgen schwankend und unsicher, weil die Richtigkeit der Schätzung auch hier wieder, neben der Güte des Augenmaßes, vorzugsweise von dem praktischen Blick, dem Talente und der Laune des Taxators abhängig bleibt. Wer daher wenig Erfahrung in solchen Schätzungen besitzt, wird ganz gewiß auch hier Irrungen ausgesetzt sein.

Erwägt man noch ferner, daß bei diesem Okularschätzungs-Verfahren nothwendige Voruntersuchungen darüber angestellt werden müssen, ob sich dieser oder jener Bestand und unter welchen Verhältnissen zur Vergleichsgröße eigne, so wird man neben einem immerhin zweifelhaften Resultate, andern Methoden gegenüber, nur wenig an Zeit und Kosten sparen.

Deßhalb verdient dieses Verfahren, fast so wenig als das Vorige, bei Waldwerthsberechnungs- und Theilungsfragen, so wie bei genaueren Taxations-

arbeiten angewendet zu werden. Nur bei oberflächlichen Voranschlägen kann dasselbe in gegenwärtiger Zeit noch Nutzen gewähren.

Auch Holzertragstafeln (Waldbestands- oder Zuwachstafeln), welche für die Hauptbonitätsstufen (wesentlich verschiedenen Standorte) und die verschiedenen Holz- und Betriebsarten (eine normale Beschaffenheit der Bestände vorausgesetzt) den laufend- und durchschnittlich jährlichen Zuwachs, sowie den gesammten Massengehalt per Flächeneinheit (Hektar, Joch u. s. w.), in den verschiedenen Lebensaltern von Jahr zu Jahr, oder doch von 5 zu 5 Jahren, oder 10 zu 10 Jahren enthalten, wurden zur Einschätzung der gegenwärtigen Holzmasse der Bestände empfohlen.

Wir können den Holzertragstafeln in diesem Sinne keinen großen Werth beilegen und diejenigen, welche solche Tafeln zum Einschätzen der **gegenwärtigen** Holzmasse eines Bestandes verwenden wollen, verkennen sicher ihren wichtigsten Zweck, der darin besteht: die **künftigen** Erträge der Bestände zur Zeit ihrer Haubarkeit voraus zu bestimmen.

Die Holzmasse eines normalen Bestandes hängt von dessen Standortsgüte ab. Je mehr ein Standort einer Holzart zusagt, desto mehr Masse wird dieselbe liefern und derjenige Standort ist für irgend eine Holzart der beste, welcher innerhalb einer gewissen Zeit die höchsten Holzmassen erzeugt und umgekehrt. Beständen gleicher Standorte und Alter entsprechen für gleiche Holzarten gleiche Holzmassen, wenn die Bestockung in beiden dieselbe ist. Hätte man daher für irgend einen Standort, z. B. der Kiefer, eine Ertragstafel aufgestellt, welche die Holzmasse pro Hektar von frühester Jugend bis zum Haubarkeitsalter bei normaler Bestockung enthält, so müßte sich natürlich auch die Holzmasse jedes beliebigen Kiefernbestandes nach dieser Ertragstafel auf das Genaueste finden lassen, wenn derselbe nur genau den Standort und die Bestockung besäße, welcher bei der Ertragstafel vorausgesetzt wurde.

Man sieht, daß zum Ansprechen der Masse eines Bestandes nach einer Ertragstafel weiter nichts gehört, als die richtige Schätzung der Standortsgüte und des Bestockungsgrades. Aber gerade an diesen beiden Punkten scheiterte seither unsere Schätzungskunst.

Die Standortsgüte ist der Ausdruck der Gesammtwirkung von Boden, Lage und Klima auf das Wachsthum einer fraglichen Holzart. Nach dem jetzigen Standpunkte der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie, sowie nach den vorliegenden Erfahrungen sind wir noch nicht im Stande gewesen, zu bestimmen, welchen Einfluß jeder einzelne Standortsfaktor, z. B. die Lage, auf die Massenproduktion geübt hat, d. h. kein Mensch vermag anzugeben, wenn ein Kiefernbestand z. B. in 50 Jahren 100 Kubikmeter Holz erzeugt hat, wie viel Kubikmeter hiervon den Wirkungen des Bodens, der Lage oder des Klimas zuzuschreiben sind, sondern wir wissen nur, daß die Gesammtmassenproduktion vorzugsweise ein Produkt dieser drei Standortsfaktoren ist.

Würden darum auch bei einer Ertragstafel an ihrem Eingange alle Faktoren der Standortsgüte, für welche dieselbe gültig ist, auf das genaueste beschrieben sein (obgleich wir solche Ertragstafeln noch nicht besitzen), so würde dieses für das Einschätzen eines anderen Bestandes wenig nützen, weil, wenn z. B. letzterer nur in einem einzigen Faktor des Standortes, z. B. in der Feuchtigkeit, abwiche, kein Forstmann angeben könnte, um wie viel in Folge dieser Abweichung die Masse des zu untersuchenden Bestandes, gegenüber der Ertragstafel, erhöht oder herabgesetzt werden müßte. Aber auch abgesehen hiervon, so vermögen wir der Ertragstafel keine so genaue und allgemein verständliche Beschreibung der Standortsverhältnisse beizufügen, daß Jedermann unter allen Umständen sie auf die sichere Schätzung anderer Bestände anwenden könnte. Wäre diese Ansicht irrig, dann müßte jeder Forstmann, dem man eine Standortsbeschreibung in die Hand gäbe, auch genau angeben können, wie viel Kubikmeter Holz von irgend einer Holzart in einem gewissen Alter auf einem Hektar ständen. Ja er müßte, ohne den Bestand nur gesehen zu haben, aus der genauen Beschreibung des Standortes desselben die Bestandesmasse schon angeben können, denn er hätte ja nur nöthig, den Ertrag aus derjenigen Tafel abzulesen, welche mit dem fraglichen Bestande hinsichtlich des Standortes übereinstimmt. Welche Fehler und Irrthümer würden aber hierbei nicht all' unterlaufen!

Hieraus folgt, daß zum Einschätzen eines Bestandes auf seine gegenwärtige Holzmasse selbst eine Ertragstafel nicht genügen kann, welche die genaueste Beschreibung der Standortsverhältnisse

enthält; es gilt dies in um so höherem Grade von Tafeln, welche man nicht selbst angefertigt hat.

Es bleibt daher nach dem jetzigen Standpunkte unserer Wissenschaft nichts anderes übrig, als sich an die Masse selbst zu halten, welche der fragliche Bestand — den wir nach einer Ertragstafel einschätzen sollen — jetzt zu haben scheint, denn in der Holzmasse des Bestandes selbst drückt sich das Produkt sämmtlicher Faktoren des Standortes aus, die Wirkung des einzelnen Faktors sind wir nicht im Stande anzugeben. Keinem vernünftigen Taxator wird es daher auch einfallen, einen Bestand, der einen ausgezeichneten Holzwuchs hat, der aber dem Anscheine nach einen schlechten Standort besitzt, in eine schlechte Bonitätsklasse zu setzen und danach seine Holzmasse berechnen zu wollen. Jeder wird sich in einem solchen Fall und unter umgekehrten Verhältnissen nur an den Holzwuchs halten, und wenn dieser mit dem angesprochenen Standorte nicht harmonirt, so ist dies nur ein Beweis dafür, daß in dem fraglichen Bestande ein uns unbekannter Faktor günstig oder ungünstig wirkt, d. h. daß wir ohne Betrachtung des Holzwuchses selbst die gegenwärtige Holzmasse nur selten richtig bestimmen können, die Holzertragstafeln für genaue Massenschätzungen daher ziemlich unbrauchbar sind.

Selbst für den Fall, als man die Ertragstafeln selbst aufgestellt hat, gilt dieser Ausspruch, wenn auch in minderem Grade; denn es ist unmöglich, sich alle Eindrücke längere Zeit im Gedächtnisse zu erhalten, welche die Bestände, aus welchen die Ertragstafeln entstanden sind, in uns hervorriefen. Wer daher nur nach diesen Eindrücken Bestandesmassen schätzt, wird vor denselben Fehlern nicht sicher sein, welche auch bei der gewöhnlichen Okularschätzung begangen werden.

Man hat daher den Vorschlag gemacht, den Ertragstafeln neben der Standortsbeschreibung auch noch die Stammzahl und die Kreisflächensumme per Hektar, die mittlere Höhe und Formzahl u. s. w. beizufügen, um nach diesen Anhalten dann leichter andere Bestände einschätzen zu können. So nützlich diese Angaben auch für andere Zwecke der Ertragstafeln sind, so werthlos sind sie im vorliegenden Falle, wo es sich um die gegenwärtige Holzmasse handelt; denn will man in einem Bestande einmal die Stammzahl, die Kreisflächensumme, die mittlere Höhe und

Formzahl ermitteln, um hiernach die zugehörige Ertragstafel ansprechen zu können, so hat man in diesen Zahlen zugleich die Faktoren zur Berechnung der Bestandesmasse selbst, man braucht daher die Ertragstafeln gar nicht.

Letztere können daher direkt nichts zur genauen Ermittlung der **gegenwärtigen** Holzmassen eines Bestandes beitragen. Auf die Bedeutung der Ertragstafeln für Ermittlung des Zuwachses und die Vorausbestimmung künftiger Abtriebserträge werden wir im dritten Theile zurückkommen.

Wir bitten in dieser Beziehung zu vergleichen: G. Heyer: Ueber die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852, Seite 126—132; sowie dessen Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie. Erlangen 1856. Seite 536—544.

Zweites Kapitel.

Von der stammweisen Aufnahme und Berechnung der Bestände.

Vorbemerkungen.

§. 37.

Die schwankenden Resultate der Okularschätzung haben zur stammweisen Aufnahme und Berechnung (nicht Schätzung) der Bestände zunächst nach Stärkeklassen geführt.

Denkt man sich nämlich den Bestand aus n ihren Stammquerflächen g, Scheitelhöhen H und Formzahlen f nach vollkommen gleichen Bäumen zusammengesetzt, so würde sich der Holzgehalt derselben ganz richtig ergeben, wenn man den Inhalt eines Baumes ermittelte und diesen mit der Stammzahl multiplicirte, d. h. es wäre die Bestandesmasse

$$M = n\,(g \,.\, H \,.\, f) = n \,.\, k,$$

wenn nämlich $k = g \,.\, H \,.\, f$ dem Inhalte eines Baumes gleich gesetzt würde.

Bestände der Art finden sich aber in der Natur nicht, denn

alle zeigen Bäume verschiedener Höhen, verschiedener Querflächen und verschiedener Formzahlen. Daher kann auch die Kubirung *eines einzigen* Stammes, der als Maßeinheit dienen soll, höchst selten zu einem ganz richtigen Resultate führen. Da aber durch eine Menge von Versuchen nachgewiesen wurde, daß Stämme gleicher Holzart, gleicher Grundstärke, gleicher Höhe und gleicher oder ziemlich gleicher Alter, auch hinsichtlich ihrer Inhalte keine allzugroßen Differenzen zeigen, so sucht man den Massengehalt der Bestände jetzt vielfach und mit Recht dadurch zu bestimmen, daß man die in letzteren vorhandenen Stämme nach Stärken-, Höhen- und unter Umständen auch nach Altersklassen getrennt aufnimmt, jeden Bestand dadurch gewissermaßen in kleinere Parzellen zerlegt und in jeder dieser Klassen einige Probestämme fällt, und aus deren Inhalt auf denjenigen der Klassen und des ganzen Bestandes schließt. *Dieses Verfahren welches sich selbst wieder in verschiedene Methoden verzweigt, nennt man die Aufnahme mittelst Fällung von Modell- oder Probestämmen.*

Nicht alle Taxatoren nehmen aber bei der stammweisen Aufnahme der Bestände *Probefällungen* vor. Sie nehmen zwar ebenfalls die Stämme nach Stärke- und unter Umständen nach Höhenklassen auf, ermitteln auch den einen Gehaltsfaktor des Bestandes, die *Querflächensummen* in Brusthöhe (oder in $\frac{1}{n}$ der Höhe), messen ferner die *Höhe* des Bestandes mit einem Höhenmesser (auch wohl nur nach dem Augenmaße), schätzen aber den dritten Gehaltsfaktor, die *Formzahl*, nur nach *Gutdünken* ein. *Dieses Verfahren kann man die Aufnahme mittelst Formzahlen nennen.*

Eine dritte Methode, welche ebenfalls die Stämme eines Bestandes nach *Stärkeklassen*, aber auch, bei beträchtlichen Höhen- oder Altersunterschieden, nach Höhen- und Altersklassen ausscheidet, gründet sich auf die durchschnittlichen Resultate massenhafter Messungen und Inhaltsberechnungen, welche an Bäumen gleicher Holzart, gleicher Stärke, Höhe und ziemlich gleicher Alter angestellt und in Tafeln übersichtlich zusammengetragen wurden. *Dieses Verfahren, welches sich bereits einer ausgedehnten Anwendung erfreut, kann die Aufnahme mittelst Massentafeln genannt werden.*

Noch ein anderes Verfahren wurde durch Professor Preßler's Vorschlag, den Inhalt stehender Bäume aus Grundstärke und Richthöhe zu bestimmen, hervorgerufen. Dasselbe nimmt zwar ebenfalls die Stämme nach Stärke- und Höhenklassen auf, wählt auch Modellstämme aus, bestimmt aber deren Inhalt nicht durch Fällung, sondern nach der §. 31 beschriebenen Methode. Wir wollen dieses Verfahren: Preßler's Bestandesschätzungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe nennen.

Wenn es auch, wie bemerkt, in der Natur keinen Bestand gibt, dessen Stämme sämmtlich genau dieselbe Höhe besitzen, so gibt es doch eine Menge von Beständen, in welchen die Höhendifferenzen entweder unbedeutend oder doch so beschaffen sind, daß die Ausscheidung besonderer Höhenklassen keinen namhaften Einfluß auf das Resultat der Aufnahme ausübt.

Da durch die Aufnahme besonderer Höhenklassen (neben den Stärkeklassen) die Aufnahms- und Berechnungsarbeiten nicht allein erschwert, sondern auch vermehrt und kostspieliger werden, so soll man erstere, so weit dies ohne allzugroße Einbuße an Genauigkeit möglich ist, zu umgehen suchen.

Dennoch lassen sich Höhenklassen nicht immer vermeiden und da unter solchen Verhältnissen das Verfahren der Holzmassenaufnahme ein anderes ist, so wollen wir zuerst die Aufnahme der Bestände nur nach Stärkeklassen und dann diejenige nach Stärke- und Höhenklassen betrachten.

I. Von der stammweisen Aufnahme der Bestände nach Stärkeklassen.

1. Von der Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen im Allgemeinen.

§. 38.

Wenn wir in diesem Paragraph nur von der Ermittlung der Stammstärken handeln und von der Bildung von Höhenklassen ganz absehen, so versteht es sich von selbst, daß wir es mit einem Bestande zu thun haben, in welchem entweder keine beträchtlichen Höhendifferenzen vorkommen, oder in welchem letztere auf die Richtigkeit des Resultates von geringem Einfluß sind. Dieser Fall wird

vorzugsweise bei regelmäßig erzogenen, ziemlich gleichalterigen, geschlossenen und dem Haubarkeitsalter nicht mehr ferne stehenden Beständen gleicher Standortsgüte eintreten. Dagegen werden aus der Femelwirthschaft entstammende, sehr verschieden alterige und unregelmäßige Bestände beträchtliche Höhendifferenzen und sehr abweichende Formzahlen liefern. Aehnliche Erscheinungen finden wir auch in Lokalitäten, wo in einem und demselben Bestande die Standortsgüte in jedem Augenblick wechselt. In solchen und ähnlichen Fällen können Höhenklassen nicht umgangen werden.

Bestände, welche aus dem Kahlschlag- oder Femelschlagbetriebe hervorgegangen und ziemlich gleichmäßig bestockt sind, regelmäßig durchforstet und überhaupt gut behandelt wurden, auch ziemlich gleiche Standortsverhältnisse besitzen, können jedoch auch größere Höhendifferenzen zeigen, ohne daß deßhalb ein besonderer Nachtheil aus der Nichtberücksichtigung von Höhenklassen zu fürchten wäre. In solchen Fällen ist nämlich die Höhe meist eine Funktion der Stärke, d. h. dem stärkeren Stamme entspricht auch eine verhältnißmäßig größere Höhe, so daß die Stärkenmessung gewissermaßen die Höhenmessung schon in sich schließt, letztere daher nicht noch besonders vorgenommen zu werden braucht.

Ehe man zur speziellen Aufnahme der Stammstärken eines Bestandes schreitet, hat man sich noch zu entscheiden, ob hierbei die Durchmesser- oder Umfangsmessung in Anwendung kommen soll. Wir sind der Meinung, daß bei der stammweisen Aufnahme ganzer Bestände der bequemen Durchmesser-Messung mit der Kluppe, gegenüber der unsicheren und viel zeitraubenderen Umfangsaufnahme mit dem Meßbande, unbedingt der Vorzug gebührt.

Wenn auch die Querflächen der Stämme nicht immer vollständige Kreise bilden, daher auch die Durchmesser nicht nach allen Richtungen hin gleich groß sind, so kommen größere Abweichungen doch nur bei stärkeren Stämmen vor. In solchen Ausnahmsfällen kann man etwa möglichen Fehlern dadurch begegnen, daß man bei besonders unregelmäßig gewachsenen Stämmen die Durchmesser nach zwei verschiedenen Richtungen mit der Kluppe abgreift, das arithmetische Mittel aus beiden Messungen zieht, und dieses als den wirklichen Durchmesser betrachtet und einträgt. In allen übrigen

Fällen gleichen sich solche Differenzen im Laufe der Arbeit der Wahrscheinlichkeit nach vollständig aus, da bei dem einen Baume die breiteren, bei dem andern wieder die schwächeren Durchmesser zwischen die Kluppe genommen werden.

Gegen die Umfangsmessung spricht aber noch der Umstand, daß nach ihr die Resultate immer etwas zu groß ausfallen müssen, was darin liegt, daß die Querflächen der Bäume selten vollständig kreisrund sind und daß auch bei der Umfangsmessung häufig noch Flechten, abgestorbene Rindentheile u. s. w. mitgemessen werden, welche man mittelst der Kluppenschenkel ohne besondere Mühe abstoßen kann. *Aus diesen Gründen empfiehlt sich bei der stammweisen Auszählung nur der Gebrauch der Kluppe.*

Weiteres über die Frage, ob Durchmesser oder Umfassungsmessung siehe §. 12.

Der Vorschlag, die Durchmesser der Bäume nicht zu *messen*, sondern nach dem Augenmaß nur einzuschätzen, empfiehlt sich aus mehrfachen Gründen nicht; denn einmal muß einem solchen Verfahren, soll es brauchbare Resultate liefern, immer eine gründliche Vorübung vorausgehen, und auch diese versagt ihren Dienst, wenn die Durchmesser unter einander stark abweichen und dann geht das Messen mit der Kluppe, bei zweckmäßiger Geschäftsvertheilung, *mindestens* ebenso schnell.

Hinsichtlich des praktischen Vorganges der Stammstärkenaufnahme ist Folgendes zu bemerken: Sind mit der Holzmassenaufnahme einer Wirthschaftseinheit oder eines ganzen Waldes mehrere Personen beschäftigt, so empfiehlt sich im Allgemeinen ein gemeinsames Arbeiten derselben in ein und demselben Bestande nicht; es ist vielmehr vorzuziehen, daß ein Bestand nur von einer Person aufgenommen wird, welche dann auch allein für die Güte der Arbeit verantwortlich ist. Die verschiedenen Personen sollen sich zwar in Gemeinschaft über die Art und Weise des Geschäftsbetriebes berathen, nachher aber eine möglichst zweckmäßige Arbeitstheilung als Prinzip aufstellen. *Es wird hierbei sicher mehr und besser gearbeitet.*

Das Eintragen der Stammstärken sollte immer getrennt nach den im Bestande *herrschenden* Holzarten geschehen; denn jede Holzart verfolgt ihren eigenthümlichen Wachsthumsgang und besitzt eine andere Formzahl. Eine Vereinigung verschiedener Holzarten

würde daher unter Umständen bedeutende Fehler veranlassen. Einzelne eingesprengte Stämme anderer Holzarten können aber ohne Anstand derjenigen herrschenden Holzart zugetheilt werden, wohin sie ihrem Werth oder ihrer Form nach am besten passen.

Zum Aufzeichnen der Durchmesser eignet sich für umfangsreiche Arbeiten ein lithographirtes Formular, welches man, den konkreten Bestandesverhältnissen entsprechend, vor Beginn der Arbeit noch weiter vorzubereiten hat. Das folgende Muster 1 leistet in dieser Beziehung ganz vorzügliche Dienste, und wird unsers Wissens auch an vielen Orten schon längst mit dem besten Erfolg angewendet. Sollte in dem Bestand nur eine Holzart vorkommen, so wird natürlich die im Kopf des Musters vorgesehene Trennung nach Holzarten in eine Rubrik vereinigt.

Die erste vertikale Spalte dient zum Eintragen der muthmaßlich in einem Bestande vorkommenden Durchmesser, etwa in Abstufungen von 1—3 Centimeter. Die folgenden Vertikalspalten enthalten die im Bestande vorkommenden Holzarten, und die letzte Bemerkungen über etwaige außergewöhnliche Stämme, Baumstumpen u. s. w. Letztere werden am besten alsbald nach ihrer Masse eingeschätzt und unter Rubrik „Bemerkungen" eingetragen. Der unter dem Kopf befindliche Theil enthält ein Netz von senkrecht sich durchschneidenden Linien.

Die hierdurch entstehenden länglichen Rechtecke reichen gerade zum Eintragen von 20 Punkten hin, von welchen man am besten 5 in eine Reihe neben einander setzt. Ein jeder solcher Punkt stellt dann einen Stamm von dem vorstehenden Durchmesser vor.

Muster 1.

Aufnahme der Stammstärken und Stammzahlen.

(Distrikt..... Abtheilung .....)

Durchmesser bei 1,3 m über der Erde. Centimeter	Buchen	Stammzahl	Eichen	Stammzahl	Bemerkungen
20		8			Einzelne Eschen und Ahorne wurden den Buchen zugerechnet.
22		17			
24		88			
26				4	
		163			
28				9	
		303			
30				34	
		268			
32					
		196		103	
34					
		82		95	
36		74			
				72	
38		24		43	
	Summe	1223		360	

Je nachdem eine oder die andere Holzart, eine oder die andere Stammstärke, mehr oder weniger vertreten ist, sieht man auf dem Formular einen kleineren oder größeren Raum vor, wodurch es sich z. B. ergibt, daß für eine Stärkestufe eine einzige Zeile genügt, für eine andere wieder 3—4 und mehr Zeilen nöthig werden, wie dieses aus dem ausgefüllten Muster 1 deutlich ersichtlich ist.

Mit diesem vorbereiteten Formular beginnt man nun die Arbeit. Ist der Bestand schon ziemlich groß (8 bis 10 und mehr Hektare), mehr quadratförmig oder abgerundet, als in der Länge gestreckt, so ist es rathsam, denselben partienweise auszuzählen, weil man in größeren Beständen, wenn man mehr in die Mitte hineinkommt, die Orientirung leicht verliert und deßhalb einzelne Stämme bei aller Aufmerksamkeit doch vielleicht hin und wieder zu messen vergißt. Die, die Bestände häufig durchziehenden Wege, Fußpfade, Bäche, Gräben u. s. w. bilden oft ganz geeignete Haltpunkte für die einzelnen Bestandespartieen. Lassen sich keine derartigen natürlichen Grenzen finden, so nimmt man die Auszählung im Ganzen vor, muß aber dann die Kluppenführer um so sorgsamer überwachen, damit dieselben keinen Stamm vergessen.

Ein Taxator (Protokollführer) beschäftigt in geschlossenen Beständen bequem zwei Kluppenführer, wozu, da die Arbeit eine ganz mechanische ist, gewöhnliche und darum auch wenig kostspielige Arbeiter verwendet werden können. In Licht- und Abtriebsschlägen, wo die Bäume schon in größeren Entfernungen stehen, können sogar drei Arbeiter vollständig beschäftigt werden.

Damit die Kluppenführer die Kluppe bei der Baummessung immer in ein und derselben Höhe (etwa 1,3^{m} über der Erde) anlegen, macht man ihnen zweckmäßig an der Brust ein besonderes Zeichen. Neben der Kluppe besitzt der Arbeiter noch einen guten, die Hand vor Beschädigung schützenden, deutlich zeichnenden, aber nicht zu tief einschneidenden Baumrisser, mit welchem er dem gemessenen Baume etwa in Brusthöhe ein deutliches Zeichen nach der Seite hin gibt, wo die Aufnahme des Bestandes noch nicht stattgefunden hat.

Es wurde mehrfach der Vorschlag gemacht, jedem Kluppenführer noch eine Person beizugeben, welche die Zeichnung der gemessenen Bäume vorzunehmen habe. Nach unsern vielfachen Erfahrungen kann jedoch eine solche Arbeitskraft gänzlich erspart werden. Wir haben bis jetzt Hundert-Tausende

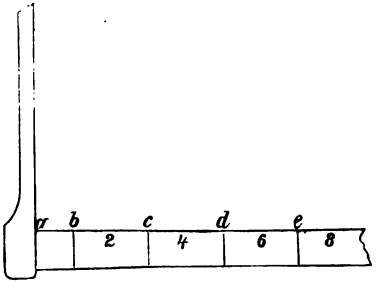
Stämme messen lassen und immer gefunden, daß der Kluppenführer das Geschäft des Zeichnens noch recht gut, und zwar ohne Aufenthalt des Geschäftes und ohne besondere Anstrengung, mitbesorgen kann. Nur bei alten, hartborkigen Eichen ermüdet das Anreißen die Arme etwas, allein von demselben Mißstande wird natürlich auch der Hülfsarbeiter getroffen.

Der Kluppenführer nimmt den Baumrisser am besten in die rechte Faust, hält mit den Fingern der rechten Hand den beweglichen, mit den linken Fingern aber den festen Schenkel der Kluppe, mißt so den Baum und läßt hierauf die Kluppe, während des Zeichnens des Baumes, mit der rechten Hand ganz los. Es wird hierbei vorausgesetzt, daß die Stämme durchschnittlich nicht viel über 1 m stark sind, man daher eine kleinere und leichte Kluppe verwenden kann. In Beständen, wo die Stämme über 1 m dick sind, muß natürlich eine größere, weniger leicht zu handhabende Kluppe genommen werden, und dürfte es in diesem seltenen Falle vorzuziehen sein, dem Kluppenführer noch eine Person zum Zeichnen der Bäume beizugeben. Uebrigens soll man sich bei solchen Arbeiten zur strengsten Regel machen, nur mit dem allernothwendigsten Personal zu arbeiten, denn manches Unterbrechen des Geschäftes durch Fragen, Sprechen u. s. w. geschieht in der Regel nur auf Kosten eines guten Resultats.

Die Aufnahme des Bestandes geschieht in Streifen, welche zweckmäßig möglichst senkrecht zur längeren Seite des Bestandes geführt werden. In lichten Beständen sind dieselben breiter, in geschlossenen Beständen schmäler zu nehmen. Die Stärkenmessung erfolgt am besten in Abstufungen von 2 zu 2, oder von 3 zu 3 cm der Art, daß im ersten Falle Theile bis zu 1 cm unbeachtet bleiben, solche von über 1 cm aber als 2 cm voll zur folgenden Stärkestufe gerechnet werden; im anderen Falle blieben bis excl. 1,5 cm unbeachtet und 1,5 cm und mehr würde wieder zur folgenden Klasse geschlagen.

Will man dem Arbeiter das Abrunden der Durchmesser auf 2 oder 3 cm nicht überlassen, so kann man den Kluppenmaßstab so einrichten, daß sich die Abrundung von selbst vollzieht.

Fig. 55.



Will man z. B. die Abrundung auf 2 cm vornehmen, so trägt man vom Nullpunkt a des Kluppenmaßstabes, Fig. 55, zuerst 1 cm von a nach b und dann nach und nach immer 2 cm nach c, d, e u. s. w. auf, zieht die Linien b, c, d, e u. s. w. und beschreibt die dadurch entstehenden Felder mit 2, 4, 6

Messung in Centimetern	Kreisflächensumme in □m, wenn man die Ueberschüsse zur folgenden Stärkestufe rechnet		Unterschied in Procenten. Wenn man die Ueberschüsse zur folgenden Stärkestufe rechnet		Stammzahl	Alter
		zur vorhergehenden		zur vorhergehenden		
			Stärkestufe setzt, so erhält man, wenn ½cm = 100, für			
	1. Versuch.		½ cm = 9,89 □m.			
1	10,184	9,581	103,0	96,9	541	37
2	10,260	9,615	103,7	97,2		
3	10,153	9,517	102,7	96,2		
4	10,261	9,541	103,7	96,5		
5	10,338	9,708	104,5	98,2		
	2. Versuch.		½ cm = 51,236 □m.			
1	52,385	50,224	102,3	98,1	1895	52
2	52,878	49,873	103,3	97,4		
3	52,542	50,174	102,6	98,0		
4	53,072	50,425	103,7	98,5		
5	52,975	50,611	103,5	98,8		
	3. Versuch.		½ cm = 39,990 □m.			
1	40,705	39,307	102,0	98,5	873	65
2	40,844	39,024	102,3	97,8		
3	40,769	39,197	102,2	98,2		
4	41,048	39,431	102,8	98,8		
5	40,935	39,589	102,6	99,2		
	4. Versuch.		½ cm = 61,059 □m.			
1	61,955	60,207	101,4	98,5	794	77
2	62,100	60,059	101,6	98,3		
3	61,797	60,308	101,5	98,7		
4	62,486	60,397	102,3	98,8		
5	62,229	60,575	101,8	99,1		
	5. Versuch.		½ cm = 66,532 □m.			
1	67,317	65,716	101,2	98,8	631	96
2	67,574	65,616	101,6	98,7		
3	67,275	65,960	101,1	99,2		
4	67,534	65,450	101,5	98,4		
5	67,376	65,743	101,3	98,8		
	6. Versuch.		½ cm = 37,013 □m.			
1	37,411	36,662	101,0	99,1	270	103
2	37,549	36,428	101,1	98,4		
3	37,394	36,771	101,0	99,4		
4	37,503	36,630	101,0	99,0		
5	37,453	36,859	101,1	99,6		

u. s. w. Alle Durchmesser, welche zwischen b und c fallen, werden dann mit 2, alle zwischen c und d mit 4 cm u. s. w. eingeschrieben.

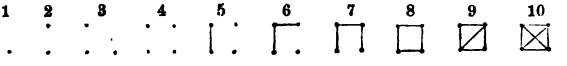
Es ist bei der Kluppirung der Bestände nicht gleichgültig, ob man die Durchmesser in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 ... Centimeter aufnimmt, denn je näher man die Stärkestufen zusammenlegt, um so leichter schleichen sich Fehler beim Eintragen der Punkte (Stämme) ein, desto zeitraubender wird die Addition der Stämme und die Ermittlung der Kreisflächensumme der Bestände, wie sie aus Stammzahl und Stammstärke abgeleitet wird.

Um zu untersuchen, welchen Einfluß es auf die Kreisflächensumme des Bestandes ausübt, je nachdem man dieselben in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 oder 5 cm aufnimmt, stellte die hiesige Versuchsstation in einem Fichtenreviere eine Anzahl Versuche in der Art an, daß die Bestände in Abstufungen von ½, 1, 2, 3, 4 und 5 cm mit der Modifikation aufgenommen wurden, daß man in einem Falle die überschüssigen Theile zur vorhergehenden, im anderen Falle zur folgenden Stärkestufe rechnete.

Die Resultate sind in vorstehender Uebersicht mitgetheilt, aus welcher hervorgeht, daß man ziemlich zu demselben Resultat kommt, ob man die Durchmesser in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 oder 5 cm mißt. Wir möchten die Mittelstraße (2—3 cm) schon deßhalb wählen, um auch einzelne stehende Bäume etwa mittelst Massentafeln möglichst genau kubiren zu können.

Der Kluppenführer ruft nach Instruktion jeden gemessenen Durchmesser und bei verschiedenen Holzarten auch diese laut und deutlich in kürzester Form aus, z. B. Eiche 12, Buche 14 u. s. w. Der Protokollführer trägt hierauf jeden einzelnen Stamm mit einem deutlichen Punkt an der betreffenden Stelle des Formulares ein, wiederholt in Zweifelfällen den Ruf, zum Zeichen des richtigen Eintrages, nochmals laut, weil es öfters vorkommt, daß zwei Kluppenführer auf einmal, und deßhalb für den Taxator undeutlich rufen. In nicht zu geschlossenen Beständen wird letzterem neben dem Eintrag in der Regel noch so viel Zeit bleiben, einen flüchtigen Blick auf den Messenden zu werfen, um die Angaben desselben nach dem Augenmaß noch nothdürftig zu kontroliren, weil es vorkommt, daß Kluppenführer in der Zerstreuung manchmal eine andere Zahl ausrufen, als sie wirklich gemessen haben. Endlich hat der Protokollführer mit seinem Personal auch noch darauf zu achten, daß kein Baum vergessen wird und auf einmal nicht allzubreite Streifen in Angriff genommen werden, was die Arbeit, da die Messenden dann öfter suchend herumlaufen müssen, mehr hemmt als fördert.

Manche Taxatoren wählen als Zeichen des Eintrages der Stämme statt der Punkte im Muster 1 auch andere Bezeichnungsweisen. So z. B. kleine vertikale Striche, von welchen zuletzt immer je 5 und 5 durch kurze Bogenstriche mit einander verbunden werden, um das Zählen zu erleichtern. Oefter werden auch Punkte und Striche gewählt und in folgender Weise mit einander verbunden:



Wir geben der Bezeichnung in Muster 1 den Vorzug, schon weil man auf diese Art auf ein Blatt die meisten Stämme bringen kann, was bei umfangreichen Beständen ein Vortheil ist.

Ist der Bestand auf diese Weise durchgearbeitet, so ergibt sich schließlich sehr leicht die Stammzahl jeder Stärkestufe und aus dieser diejenige des Bestandes. Da man in jedes Fach des Musters 1 zwanzig Punkte eingetragen hat, so sind z. B. 5 vollständig gefüllte Fache $= 5 \times 20 = 100$ Stämmen zu setzen. Die Summen werden, wie dieses aus Muster 1 ersichtlich ist, für jede Stärkestufe gezogen; so sind z. B. 163 Buchen von 26 cm vorhanden. Die Summe der Stämme in sämmtlichen Stärkestufen kommt der Stammsumme des ganzen Bestandes gleich; in vorstehendem Muster 1223 Buchen und 360 Eichen. Für jeden Bestand (d. h. jede Waldabtheilung und Unterabtheilung) wird ein besonderes Muster entworfen.

Da das Verfahren der Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen bei allen folgenden Methoden im Wesen dasselbe bleibt, so werden wir auf diesen Gegenstand in der Folge auch höchstens noch insoweit zurückkommen, als vielleicht bei einer oder der anderen Methode sich noch eine specielle Ergänzung als nothwendig herausstellen sollte. Die nach der Bestandesauszählung zum Zwecke der Massenermittlung aber noch nöthigen Arbeiten weichen bei den einzelnen Methoden nicht unbedeutend von einander ab, so daß sie künftig auch getrennt von einander behandelt werden sollen.

2. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Probestämmen.

§. 39.

Nach diesem Verfahren schließt man von dem Inhalte einiger gefällten Probestämme auf den Masseninhalt des ganzen Bestandes. Dieses kann auf zwei wesentlich verschiedene Arten geschehen. Ent-

weder berechnet man aus sämmtlichen Stämmen eines Bestandes **einen** arithmethisch mittleren Probestamm und läßt von demselben mehrere Exemplare fällen, oder man berechnet **mehrere** mittlere Modellstämme, indem man 3 bis 6 Stärkestufen in eine Stärkeklasse zusammenfaßt, in jeder der letzteren die Stärke des mittleren Modellstammes berechnet und in jeder ein oder besser mehrere Exemplare desselben fällen läßt.

Die Frage, welches von beiden Verfahren das bessere sei, läßt sich nur dahin beantworten, daß jedes unter Umständen seine eigenthümlichen Vorzüge habe. Der Vorzug größerer Kürze gebührt unter allen Umständen dem ersten Verfahren, während das zweite unter besonderen Verhältnissen sich wieder durch größere Genauigkeit auszeichnen kann.

Bei Beständen, von gleichem oder ziemlich gleichem Alter und fast gleichen Höhen, welche einen guten oder ziemlich guten Schluß haben, ordnungsmäßig durchforstet sind und daher auch hinsichtlich ihrer Stärke weniger große Differenzen zeigen, wird auch die dem arithmetischen Mittelstamm entsprechende Baumform der des ganzen Bestandes hinreichend gleich sein, umsomehr, wenn man von ersterem einige Exemplare fällen läßt. Unter dieser Voraussetzung dürfte daher auch das einfachere Verfahren, bei welchem man nur einen arithmetischen Mittelstamm berechnet, für die Praxis gerade so gute Resultate als das andere liefern, und daher vor diesem den Vorzug verdienen.

Es ist klar, daß, bei dem einen wie bei dem anderen Verfahren, kleinere Fehler möglich sind, nachdem erwiesen ist, daß selbst in regelmäßigen Beständen erzogene Stämme, bei gleicher Höhe, gleicher Stärke und gleichem Alter, noch beträchtliche Differenzen hinsichtlich ihrer Formzahl und daher auch ihrer Inhalte zeigen. Der Fehler wird aber um so geringer werden, eine je größere Zahl Probestämme man fällen läßt, weil mit letzterer die Wahrscheinlichkeit steigt, dem wahren Mittelstamm des Bestandes näher zu kommen.

Handelt es sich um die Massenermittlung eines zwar regelmäßig erzogenen, ziemlich gleichalterigen, wüchsigen aber ungleich **hohen** Bestandes, dessen Höhen jedoch zu den Stärken in einem stetigen Verhältnisse stehen, wie wir im vorigen Paragraphen angenommen haben, so handelt es sich nur darum, ob auch die Formzahl des arithmetischen Mittelstammes die durchschnittliche des ganzen Bestandes ist. Denn wäre letzteres der Fall, dann würde man mit einem arithmetischen Mittelstamm auf bequemere Weise zu dem-

selben gelangen, als wenn man für jede Stärkeklasse einen solchen berechnete.

Bestände der vorbeschriebenen Art finden sich aber in der Natur nur selten*), und man wird daher, wenigstens vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, in der Regel ein etwas genaueres Resultat erhalten, wenn man für jede Stärkeklasse einen oder mehrere mittlere Modellstämme fällt. Fehlt es jedoch an Mitteln und Zeit, so wird man bei Beständen der oben geschilderten Art auch nach dem ersten Verfahren sehr gute Resultate dann erhalten, wenn man von dem einen arithmetischen Mittelstamm gerade so viele Exemplare fällt, als man bei Ausscheidung verschiedener Stärkeklassen gefällt haben würde.

Der verstorbene Professor Carl Heyer war für die Fällung eines arithmetischen Mittelstammes sehr eingenommen, und führte in seinen Vorlesungen für diese Ansicht namentlich den Grund an, daß, wenn man von einem arithmetischen Mittelstamme mehrere Exemplare auszuwählen habe, man sich hierbei die mittlere Baumform des Bestandes viel besser einprägen könne, als wenn man bei Mittelstämmen verschiedener Stärken, von jeder nur einen Stamm auszuwählen habe. Wir glauben, daß dieser praktische Wink Vieles für sich hat, wenn er auch mit den Resultaten der Theorie nicht ganz übereinstimmt. Auf der anderen Seite steht es aber richtig, daß bei Annahme mehrerer arithmetischer Mittelstämme die Baumformen auch wieder in engere Grenzen gezwängt werden, und in Folge dessen innerhalb dieser Grenzen auch wieder genauer bestimmt werden können. Eine Anzahl forststatischer Untersuchungen könnte über diesen Gegenstand bald das nöthige Licht bringen.

Gehen wir nach diesen allgemeinen Bemerkungen zur Beschreibung der einzelnen Methoden selbst über.

A. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung eines arithmetischen Modell- oder Mittelstammes.

Das Verfahren besteht darin, daß man nach §. 38 sämmtliche Stämme des Bestandes nach Stärkestufen von etwa 2 zu 2 cm mit der Kluppe mißt, ferner den Durchmesser oder Umfang des arithmetischen Mittelstammes in Brusthöhe (d. h. in der Höhe über dem Boden in

*) Siehe auch Dr. G. Heyer: „Ueber Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände." Dessau 1852.

der die Kluppe bei der Aufnahme angesetzt wurde) berechnet, sodann mehrere Exemplare des Modellstammes fällt und genau kubisch aufnimmt, endlich den Kubikinhalt sämmtlicher Modellstämme durch deren Zahl dividirt und den Quotienten mit der Stammzahl des ganzen Bestandes multiplicirt. Das Produkt gibt den Kubikinhalt des Bestandes an.

Die bei dieser Methode nöthigen Verrichtungen sind, nachdem man die Stärkestufen und Stammzahlen nach §. 38 richtig ermittelt hat, folgende.

a) Die Ermittlung der Stärke des arithmetisch mittleren Modellstammes. Man hat in dieser Beziehung mehrere Wege eingeschlagen, das einfachste und richtigste Verfahren ist aber in folgender Formel:

$$G = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + a_3 \cdot g_3 + a_4 \cdot g_4 + \ldots\ldots}{a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots\ldots}$$

ausgedrückt, in welcher G die Querfläche des mittleren Modellstammes, a; a_1; a_2; a_3 ..... die Stammzahlen jeder Stärkestufe, g; g_1; g_2; g_3 ..... aber die einem Stamme der entsprechenden Stärkestufe zugehörigen Querflächen bedeuten. Ist die mittlere Kreisfläche (G) einmal gefunden, so hat man nur nöthig, den dieser entsprechenden Durchmesser oder Umfang aus einer guten Walzentafel zu entnehmen, wenn man dieselben nicht durch Rechnung ableiten will.

Die vorstehende Formel kann man sich in folgender Weise entstanden denken: Die Durchmesser der Stämme der in dem Bestande vorkommenden Stärkestufen seien d, d_1, d_2, d_3 ....., die denselben entsprechenden Kreisflächen g, g_1, g_2, g_3....., die zugehörigen Stammzahlen a, a_1, a_2, a_3....., die Formzahlen f, f_1, f_2, f_3...., die allen Stämmen gemeinschaftliche Höhe H (denn nach der Voraussetzung weichen dieselben nicht beträchtlich von einander ab), der mittlere Durchmesser D, die mittlere Kreisfläche endlich sei G und die mittlere Formzahl des Bestandes F, so setzt sich offenbar die Masse des Bestandes zusammen aus der Masse der einzelnen Stärkestufen, d. h. es ist:

$$g \cdot H \cdot f \cdot a + g_1 \cdot H \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot H \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots.$$
$$= H\,(g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots.).$$

Die Bestandesmasse ist aber auch gleich dem Inhalte des Mittelstammes, multiplicirt mit der Stammzahl $a + a_1 + a_2 + a_3 + \ldots. = n$ des Bestandes, d. h. $= G \cdot H \cdot F \cdot n$; folglich ist auch

$$G \cdot H \cdot F \cdot n = H\,(g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots.)$$
$$G \cdot F \cdot n = g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots.$$

Nimmt man nun weiter an, die Formzahlen der einzelnen Stärkestufen seien einander gleich und gleich der mittleren Formzahl F, so ist $F = f = f_1 = f_2 \ldots$ und man hat:

$G \cdot n = g \cdot a + g_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot a_2 + \ldots$ und

$$G = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + \ldots}{n} = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + \ldots}{a + a_1 + a_2 + \ldots}$$

Beispiel: Nach den in Muster 1 (Seite 186) enthaltenen Aufzeichnungen finden sich Buchen:

a =	8	Stämme von	20 cm	Durchm. und	g =	0,031	□m	Kreisfläche
a_1 =	17	„ „	22	„ „	g_1 =	0,038	„	„
a_2 =	88	„ „	24	„ „	g_2 =	0,045	„	„
a_3 =	163	„ „	26	„ „	g_3 =	0,053	„	„
a_4 =	303	„ „	28	„ „	g_4 =	0,062	„	„
a_5 =	268	„ „	30	„ „	g_5 =	0,071	„	„
a_6 =	196	„ „	32	„ „	g_6 =	0,080	„	„
a_7 =	82	„ „	34	„ „	g_7 =	0,091	„	„
a_8 =	74	„ „	36	„ „	g_8 =	0,102	„	„
a_9 =	24	„ „	38	„ „	g_9 =	0,113	„	„

Werden diese Werthe in obige Formel eingesetzt, so ergibt sich:

$G = (8 \times 0{,}031 + 17 \times 0{,}038 + 88 \times 0{,}045 + 163 \times 0{,}053 + 303 \times 0{,}062 + 268 \times 0{,}071 + 196 \times 0{,}080 + 82 \times 0{,}091 + 74 \times 0{,}102 + 24 \times 0{,}113):$
$(8 + 17 + 88 + 163 + 303 + 268 + 196 + 82 + 74 + 24)$
$= (0{,}248 + 0{,}646 + 3{,}960 + 8{,}639 + 18{,}786 + 19{,}028 + 15{,}680 + 7{,}462 + 7{,}548 + 2{,}712) : 1223$
$= 84{,}709 : 1223 = 0{,}069.$

Dieser mittleren Kreisfläche G = 0,069 entspricht nun ein Durchmesser von 29,6 cm und ein Umfang von 92,9 cm.

Ganz auf dieselbe Weise findet man nach Muster 1 auch die Stammkreisflächensumme der Eichen, aus dieser die arithmetisch mittlere Kreisfläche und aus letzterer den arithmetisch mittleren Durchmesser oder Umfang. Man hat nämlich:

a =	4	Stämme von	26 cm	Durchm. und	g =	0,053	□m	Kreisfläche
a_1 =	9	„ „	28	„ „	g_1 =	0,062	„	„
a_2 =	34	„ „	30	„ „	g_2 =	0,071	„	„
a_3 =	103	„ „	32	„ „	g_3 =	0,080	„	„
a_4 =	95	„ „	34	„ „	g_4 =	0,091	„	„
a_5 =	72	„ „	36	„ „	g_5 =	0,102	„	„
a_6 =	43	„ „	38	„ „	g_6 =	0,113	„	„

Werden auch diese Worte in obige Formel gesetzt, so ist:

$$G = (4 \times 0{,}053 + 9 \times 0{,}062 + 34 \times 0{,}071 + 103 \times 0{,}080 + 95 \times 0{,}091 + 72 \times 0{,}102 + 43 \times 0{,}113):$$
$$(4 + 9 + 34 + 103 + 95 + 72 + 43) =$$
$$= \frac{0{,}212 + 0{,}558 + 2{,}414 + 8{,}240 + 8{,}645 + 7{,}344 + 4{,}859}{360}$$
$$= \frac{32{,}272}{360} = 0{,}090.$$

Dieser mittleren Kreisfläche G = 0,090 entspricht ein mittlerer Durchmesser von 33,8 cm und ein Umfang von 106,1 cm.

Bei der praktischen Ausführung solcher Bestandesschätzungen kann man die zum Behufe der Ermittlung der mittleren Kreisflächen (G) nöthigen und zeitraubenden Multiplicationen gänzlich ersparen; weil man sogenannte „Stammklassen-Kreisflächentabellen" berechnet hat, aus welchen man für alle vorkommenden Durchmesser die Stammkreisflächensumme für 1—100 Stämme direkt ablesen kann. Man hat dann nur noch nöthig, die Kreisflächensumme aller Stärkestufen für jede Holzart besonders zu addiren, um diejenige des ganzen Bestandes zu erhalten*).

Zu demselben Zwecke kann man aber auch jede Walzentafel verwenden. Wenn dieselben die Kubikinhalte beliebig starker und bis zu 100 m langer Walzen enthalten, so bezeichnen deren Kubikinhalte zugleich auch die Kreisflächensumme von so viel Stämmen, als die fragliche Walze Längenmeter hat. So ist z. B. eine 1 Meter lange Walze = der Kreisfläche der Walze multiplicirt mit 1, also der Kreisfläche selbst gleich; ebenso der Kubikinhalt einer 2 Meter langen Walze = der Kreisfläche multiplicirt mit 2, daher auch = der Kreisfläche von zwei gleich starken Stämmen u. s. w.

Enthält eine Stärkestufe mehr wie 100 Stämme z. B. 163, so schlägt man in einer Walzentafel zuerst den Kubikinhalt einer gleich starken 100 m langen Walze und dann den einer 63 m langen auf, addirt beide Ergebnisse und erhält in der Summe die Stammkreisflächensumme der 163 Stämme. Wären obige 163 Buchenstämme z. B. 26 cm stark, so fände man für eine 100 m lange gleich starke

*) Besonders brauchbar für diesen Zweck sind die „Kreisflächentafeln für Metermaße zum Gebrauch bei Holzmasse-Ermittelungen." Von Dr. A. v. Seckendorf. Leipzig 1870.

Walze = 5,309 km und für eine 63 m lange = 3,345 km, mithin die Kreisflächensumme der 163 26 cm starken Stämme = 5,309 + 3,345 = 8,654 □m. Die kleine Differenz liegt in der Vernachlässigung der vierten Decimale bei der ersten Rechnung.

Ein anderes Verfahren, den mittleren Modellstamm eines Bestandes zu finden, welches sich hin und wieder in Lehrbüchern und Taxationsinstruktionen findet, beruht in folgender Formel:

$$D = \frac{a \cdot d + a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3 + a_4 \cdot d_4 + \ldots .}{a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots .}$$

in welcher D den mittleren Durchmesser des Modellstammes im Meßpunkt bedeutet a_1, a_2, a_3, ... aber die Anzahl der Stämme einer Stärkestufe und d_1, d_2, d_3 .... die den letzteren entsprechenden Durchmesser vorstellen. In Worten übersetzt, lautet die Formel:

Man multiplicire den Durchmesser jeder Stärkestufe mit der ihr zugehörigen Stammzahl, addire alle diese Produkte und dividire die erhaltene Summe mit der Stammzahl aller Stärkestufen, so erhält man den arithmetisch mittleren Durchmesser.

Beispiel: Nach Muster 1 sind Eichen vorhanden:

a	=	4	Stämme von	d	= 26 Centimeter
a_1	=	9	„ „	d_1	= 28 „
a_2	=	34	„ „	d_2	= 30 „
a_3	=	103	„ „	d_3	= 32 „
a_4	=	95	„ „	d_4	= 34 „
a_5	=	72	„ „	d_5	= 36 „
a_6	=	43	„ „	d_6	= 38 „

daher der mittlere Durchmesser nach obiger Formel:

$$D = \frac{4.26 + 9.28 + 34.30 + 103.32 + 95.34 + 72.36 + 43.38}{4 + 9 + 34 + 103 + 95 + 72 + 43}$$

$$= \frac{4984}{360} = 33{,}6 \text{ cm}$$

und der mittlere Umfang = 33,6 × 3,14 = 105,5 cm.

Wie Dr. G. Heyer in seiner bereits erwähnten Schrift über Holzmassenaufnahme Seite 63 und 64 nachgewiesen hat, ist das zweite Verfahren fehlerhaft und liefert immer kleinere Resultate, so zwar, daß die Differenz um so größer wird, je weiter die Durchmesserstufen von einander entfernt liegen. Uebrigens folgt die

Fehlerhaftigkeit dieser Methode schon aus dem Umstande, daß das Volumen eines Umdrehungskörpers keine Funktion des Durchmessers, sondern des Quadrats desselben ist.

Noch kleinere und fehlerhaftere Resultate liefert aber jene Methode, welche den mittleren Durchmesser dadurch zu bestimmen sucht, daß sie die verschiedenen Stärkestufen addirt und durch die Anzahl derselben dividirt, d. h. kurzweg das arithmetische Mittel aus den vorkommenden Durchmessern nimmt.

Hiernach wäre der mittlere Durchmesser der Eichen aus Muster 1, da daselbst Stämme von 26 bis 38 cm vorkommen:

$$D = \frac{26 + 28 + 30 + 32 + 34 + 36 + 38}{7} = \frac{224}{7} = 32\,\text{cm},$$

daher um 33,8 — 32 = 1,8 cm zu klein.

Die Stärke des wahren mittleren Modellstammes wird daher nur nach dem ersten Verfahren richtig gefunden, die beiden andern sind immer verwerflich, wenn es sich um ein besseres Resultat handelt.

b) Die Auswahl, Fällung und Massenermittlung des mittleren Modellstammes. Nachdem die Stärke des mittleren Modellstammes für jede bei der Bestandes-Aufnahme besonders ausgeschiedene Holzart ermittelt ist, werden von derselben mehrere Exemplare im Bestande ausgewählt, gefällt und berechnet.

Bei der Auswahl der Probestämme ist nicht allein darauf zu sehen, daß dieselben genau den berechneten **Umfang** des Mittelstammes bei 1,3 m über dem Boden besitzen, sondern daß sie auch hinsichtlich der Höhe, der Beastung und Form das Mittel des Bestandes möglichst repräsentiren. Weder Randbäume noch im Bestande verhältnißmäßig freier als andere stehende Bäume sollen zu Modellstämmen gewählt werden, sowie auch darauf zu sehen ist, daß der Stamm in der Brusthöhe eine möglich kreisrunde Form hat und sich nicht in zwei oder mehrere Gabeln zertheilt.

Wenn nicht ganz besondere Gründe dagegen sprechen, so fälle man um so mehr eine möglichst große Anzahl Probestämme, als ja die specielle Holzmassenaufnahme, wenigstens für Taxationszwecke, sich meist nur über die haubaren und nahe haubaren Bestände erstreckt und daher durch solche Fällungen nur äußerst geringe Zuwachsverluste veranlaßt werden. Jedenfalls fälle man in größeren Beständen (nicht Probeflächen) mindestens 6—10 Stück.

Es ereignet sich manchmal, daß man keinen geeigneten Musterstamm genau von dem Umfang des mittleren Modellstammes finden kann. In diesem Falle kann man auch einen etwas schwächeren oder stärkeren Stamm auswählen, muß aber dann den Holzgehalt genau auf die berechnete Kreisfläche des Mittelstammes reduciren und zwar wie folgt: Es sei die Kreisfläche des wahren Mittelstammes G, die etwas größer oder kleiner im Bestande gefundene aber G', der Inhalt dieses Stammes = m', so findet man den Inhalt des eigentlichen Mittelstammes m nach der Proportion:

$$G' : G = m' : m \text{ oder } m = \frac{G \cdot m'}{G'}.$$

Beispiel: Es sei $G' = 0{,}246$, $G = 0{,}236$, $m' = 3{,}69$ Km, so ist: $m = \frac{G \cdot m'}{G'} = \frac{0{,}236 \cdot 3{,}69}{0{,}246} = 3{,}54$ Km.

Was die kubische Berechnung der gefällten Probestämme anbelangt, so geschieht diese ganz nach den bereits gelehrten Regeln der Kubirung liegender Bäume. Von dem beabsichtigten Grade der Genauigkeit bleibt es abhängig, ob man ein mehr oder minder genaues Verfahren dabei in Anwendung bringen will.

Für gewöhnliche Taxationszwecke dürfte eine Zerlegung der Schaftmasse in 2—3 m lange und der stärkeren Aeste in 1 m lange Sektionen genügen; das Reisholz könnte aber in Wellen aufgebunden, das Stockholz nach den üblichen Schichtmaßen aufgesetzt und auf diese Weise veranschlagt werden. Wünscht man jedoch für Stock- und Reisholz noch bessere Resultate, und will man sich auch nicht mit erfahrungsmäßigen Durchschnittssätzen begnügen, dann müssen die umständlicheren Methoden des §. 17. A oder B in Anwendung kommen.

Für forststatische Untersuchungen und ähnliche Zwecke müßte jedoch stets die schärfste Berechnungsmethode gewählt werden.

Eine getrennte Berechnung jedes einzelnen Probestammes, etwa für taxatorische Zwecke, wäre nur dann nothwendig, wenn man noch gleichzeitig die Ermittlung von Formzahlen beabsichtigte; im andern Falle wäre aber diese nicht einmal praktisch, weil dann der Wahrscheinlichkeit nach an jedem einzelnen Baume kleinere schwer zu veranschlagende Reis- und Stockholzreste bleiben würden, welche,

von allen Stämmen zusammen genommen, vielleicht ein Schichtmaß oder Gebund noch ganz oder halb ausfüllen würden.

Angenommen man habe von den 1223 Buchen Muster 1 zehn Modellstämme ausgewählt, gefällt, berechnet und die Schaft-, Prügel-, Stock- und Reisholzmassen zusammen 12,06 K^m erhalten, so wäre der Kubikinhalt eines mittleren Modellstammes $\frac{12,1}{10}$ = 1,21 K^m.

c) Die Berechnung der Bestandesmasse (z. B. der Buchen in unserem Beispiele) geschieht nun, nachdem der Inhalt des mittleren Modellstammes bekannt ist, einfach dadurch, daß man letztere mit der Stammzahl, hier 1223, multiplicirt, es ist nämlich 1223 × 1,21 = 1479,83 K^m. Ganz in derselben Weise würde man auch die Eichenholzmasse der 360 Stämme (Muster 1) finden. Beide Summen addirt geben schließlich die Bestandesmasse.

Die Bestandesmasse läßt sich aber auch noch in anderer Weise ausdrücken, wenn man folgende einfache Betrachtung anstellt:

Setzt man die Bestandesmasse = M, die Masse des mittleren Modellstammes = m, die mittlere Bestandeshöhe H, die mittlere Formzahl = f, die Kreisflächensumme des Bestandes K und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = k, alsdann ist:

$M = K \cdot H \cdot f$ und $m = k \cdot H \cdot f$, daher auch $H \cdot f = \frac{m}{k}$ und wenn man diesen Werth in $M = K \cdot H \cdot f$ substituirt:

$$M = K \cdot \frac{m}{k} = \frac{K}{k} \cdot m \ldots\ldots 1)$$

d. h. die Holzmasse des Bestandes wird auch gefunden, wenn man die Kreisflächensumme desselben durch die Kreisfläche des Modellstammes dividirt und den Quotienten mit der Masse des Modellstammes multiplicirt.

Da nach Obigem $M = m \cdot n$ ist, so muß auch $m \cdot n = \frac{K}{k} \cdot m$ sein, woraus weiter $n = \frac{K}{k}$ folgt, d. h. man findet die Stammzahl eines Bestandes durch Division der Kreisflächensumme desselben mit der Kreisfläche des mittleren Modellstammes.

Verlangt man neben dem Kubikinhalt des Bestandes im Ganzen auch noch die Sortimentsverhältnisse, dann müssen die Probestämme

nach §. 19 aufgenommen werden, im Falle man sich nicht mit allgemeinen Erfahrungssätzen zufriedenstellen will. Angenommen, man fände hierbei, daß sich die Sortimente des 1,206 K^m haltenden Mittelstammes auf

Scheitholz mit 0,800
Prügelholz „ 0,080
Stockholz „ 0,200
Reisholz „ 0,126
} K^m

vertheilten, so würden sämmtliche Buchen des Bestandes enthalten:

Scheitholz = 1223 × 0,80 = 978,40
Prügelholz = 1223 × 0,08 = 97,84
Stockholz = 1223 × 0,20 = 244,60
Reisholz = 1223 × 0,13 = 158,99
} K^m

Summa wie vorhin = 1479,83.

Wäre ferner aus vielen Untersuchungen bekannt, daß im großen Durchschnitt ein Raummeter Buchenholz enthalte:

Scheitholz . . . . . = 0,70
Prügelholz . . . . . = 0,65
Stockholz . . . . . = 0,50
100 Stück Reisholzwellen = 2,60
} Festmeter,

so würden obige Sortimente folgende Raummeterzahl ergeben:

$\frac{978,40}{0,7} = 1397,7$ Raummeter Scheitholz,

$\frac{97,84}{0,65} = 150,5$ „ Prügelholz,

$\frac{244,60}{0,50} = 489,2$ „ Stockholz,

$\frac{158,99}{2,6} = 61,15$ Hundert Reisholzwellen.

Da jedoch der Derbholzgehalt eines Raummeters aus den §. 21 mitgetheilten Gründen im Einzelfall unter Umständen sehr wechselt, so ist es für Taxationszwecke, im Falle man den Probefällungen einige Ausdehnung geben kann, unter Umständen vorzuziehen, die Probestämme nicht nach Festmetern zu berechnen, sondern sie in den ortsüblichen Schichtmaßen aufzusetzen, und von der Anzahl dieser Maße auf diejenige des ganzen Bestandes zu schließen. Dieses Verfahren zeichnet sich, da bei demselben die Kubirung der

Probestämme wegfällt, nicht allein durch große Einfachheit, sondern auch öfter durch größere Richtigkeit aus, weil die meisten Sortimente nicht in Festmetern, sondern in Raummetern abgegeben werden.

Wir werden auf diesen Gegenstand unter C dieses Paragraphen ausführlicher zurückkommen.

Die Kreisflächensumme, der gefundene Durchmesser und Umfang des mittleren Modellstammes, sowie die Resultate der Probefällung und der ganzen Bestandesmasse lassen sich in dem auf der nächsten Seite folgenden Muster 2 übersichtlich zusammenstellen.

Zur Erklärung des nachstehenden Musters diene Folgendes: Die Spalten a, b und c des Musters 2 werden aus Muster 1 übertragen. Die Spalte d entsteht aus b und c unter Anwendung einer Stammklassenkreisflächentabelle oder einer gewöhnlichen Walzentafel; Spalte e ergibt sich durch Division der Summe von d durch c; f und g lassen sich aus e unmittelbar ableiten; h erhält die Nummer der einzelnen ausgewählten Probestämme von dem mittleren Umfang in f; die Einträge in i, k, l und m enthalten die Massenergebnisse des vorstehenden Probestammes nach Sortimenten, n die gesammte Kubikmasse desselben. Werden nun diese Ergebnisse auf der Horizontalspalte „Summe" addirt und durch die Anzahl Probestämme (hier 10) dividirt, so ergibt sich der auf der folgenden Horizontalzeile befindliche mittlere Kubikinhalt eines Modellstammes. Multiplicirt man schließlich nach und nach diese nach Sortimenten getrennten Zahlen mit der Stammzahl der Holzart (Buchen), so erhält man in den Einträgen der Spalten o, p, q, r und s die ganze Holzmasse.

Will man mit der Bestandesaufnahme noch wissenschaftliche Zwecke verbinden, was, im Falle es die Umstände irgend erlauben, möglichst oft geschehen sollte, so kann man in Spalte t noch Bemerkungen über die Stocklänge und durchschnittliche Höhe und das Alter des Bestandes, über die Baum- und Schaftformzahlen der Probestämme u. s. w. beifügen.

Muster 2.

Des Bestandes				Des Modellstammes									Bestandesmasse					Bemerkungen
Holzart	Stärkestufen in Centimetern	Stammzahl	Kreisflächen-Summe	mittlere (r) Kreisfläche	mittlere (r) Umfang	mittlere (r) Durchmesser	Nummer	wirklicher Holzgehalt: Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Summe	Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Summe	
			□ m	□ m	in Centmt.			Kubikmeter					Kubikmeter					
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
Buchen	20	8	0,248	—	—	—	1	0,80	0,08	0,20	0,13	1,21						
	22	17	0,646	—	—	—	2	0,83	0,08	0,21	0,13	1,25						
	24	88	3,960	—	—	—	3	0,79	0,07	0,19	0,12	1,17						
	26	163	8,639	—	—	—	4	0,81	0,09	0,21	0,14	1,25						
	28	303	18,786	—	—	—	5	0,82	0,09	0,21	0,13	1,25						
	30	268	19,028	—	—	—	6	0,80	0,08	0,21	0,14	1,23						
	32	196	15,680	—	—	—	7	0,78	0,07	0,18	0,11	1,14						
	34	82	7,462	—	—	—	8	0,77	0,08	0,19	0,14	1,18						
	36	74	7,548	—	—	—	9	0,80	0,08	0,21	0,13	1,22						
	38	24	2,712	—	—	—	10	0,80	0,08	0,19	0,13	1,20						
Summe	—	1223	84,709	0,069	92,9	29,6	—	8,00	0,80	2,00	1,30	12,10						
	Daher mittlerer Inhalt des Modellstammes							0,80	0,08	0,20	0,13	1,21	978,40	97,84	244,60	158,99	1479,83	
Eichen:	(Wird in derselben Weise wie Buchen ausgeführt.)																	

B. Von der Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung mehrerer arithmetischer Mittelstämme.

Gehen die Stammstärken eines Bestandes schon beträchtlich auseinander, zeigen aber die Höhen nur geringe Differenzen, oder sind sie wenigstens noch nahe eine Funktion der Stärke, dann ist es unter Umständen vorzuziehen, mehrere Stärkeklassen zu bilden und in jeder derselben einen oder mehrere Probestämme zu fällen. Die hierbei vorkommenden Arbeiten sind folgende:

a) Die Bildung der Stärkeklassen. Die Aufnahme des Bestandes nach Holzart und Stärkenstufen erfolgt nach A Muster 1. Obgleich jede Stärkestufe, d. h. jede Stärken-Differenz von 2—3 cm schon eine besondere Stärkeklasse bilden kann, so pflegt man doch in der Regel mehrere Stärkestufen in eine Stärkeklasse zu vereinigen. Es erscheint dieses Verfahren umsomehr gerechtfertigt, als die schwächsten und stärksten Stärkestufen eines ziemlich regelmäßigen Bestandes meist weit geringer, oft nur mit 1, 2, 3 oder 4 Stämmen vertreten sind, aus welchen man doch nicht wohl einen oder gar mehrere Probestämme auswählen kann. Ueberdies pflegen auch in derartigen Fällen die Baumformen erst bei größeren Stärkedifferenzen sich auffallender zu ändern.

Man faßt daher zweckmäßig je nach Umständen 3—4 oder selbst 5—6 Stärkestufen in eine Stärkeklasse zusammen, und dehnt die Probefällungen nur auf letztere aus. Man erreicht hierdurch, ohne wesentliche Beeinträchtigung des Resultats, noch den Vortheil einer bedeutenden Abkürzung des Verfahrens.

b) Die Ermittlung der Stärke des mittleren Modellstammes jeder Stärkenklasse. Die Berechnung der mittleren Kreisfläche einer jeden Stärkenklasse und aus dieser die Ableitung des mittleren Umfangs des Modellstammes geschieht ganz nach A. a dieses Paragraphen, nur behandelt man jede Stärkeklasse für sich.

Angenommen man habe in Muster 1 (für Buchen) die Stärkestufen 20, 22, 24 und 26 cm zur I., die Stärkestufen 28, 30 und 32 cm zur II., und die Stärkenstufen 34, 36 und 38 cm zu einer III. Stärkeklasse zusammengefaßt und es wäre z. B. die Stärke des mittleren Modellstammes der I. Stärkeklasse zu berechnen, so ermittelt man vorerst die Kreisflächensumme derselben und findet nach jeder beliebigen Walzentafel, z. B. den Seckendorf'schen Tafeln:

Die Kreisfläche für	8	Stämme	von	20	Centimet.	=	0,251	□m
„ „ „	17	„	„	22	„	=	0,646	„
„ „ „	88	„	„	24	„	=	3,981	„
„ „ „	163	„	„	26	„	=	8,654	„
daher für die I. Stärkeklasse	276	Stämme	mit der	Kreisfläche		=	13,532	□m.

Wird nun die Kreisflächensumme der I. Stärkeklasse durch die Stammzahl derselben dividirt, so ergibt der Quotient $\frac{13,532}{276}$ = 0,049 Quadratmeter die Kreisfläche des mittleren Modellstammes, welcher ein mittlerer Durchmesser von 25 und ein mittlerer Umfang von 78,5 cm entspricht.

Ebenso ergibt sich die Kreisflächensumme der II. Stärkeklasse aus

der Kreisfläche für	303	Stämme	von	28	Centimeter	=	18,658 Quadratmeter
„ „ „	268	„	„	30	„	=	18,944 „
„ „ „	196	„	„	32	„	=	15,762 „
daher II. Stärkeklasse	767	Stämme	mit der	Kreisfläche		=	53,364 Quadratmeter

und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = $\frac{53,364}{767}$ = 0,069 Quadratmeter; welcher ein mittlerer Durchmesser von 29,6 und ein mittlerer Umfang von 92,9 cm entspricht.

Die Kreisflächensumme der III. Stärkeklasse folgt aus

der Kreisfläche für	82	Stämme	von	34	Centimeter	=	7,445 Quadratmeter
„ „ „	74	„	„	36	„	=	7,532 „
„ „ „	24	„	„	38	„	=	2,722 „
daher III. Stärkeklasse	180	Stämme	mit der	Kreisfläche		=	17,699 Quadratmeter

und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = $\frac{17,699}{180}$ = 0,098 Quadratmeter, welcher ein mittlerer Durchmesser von 35,4 und ein mittlerer Umfang von 111,1 cm entspricht.

Die Ermittlung des mittleren Modellstammes für jede Stärkeklasse bietet hiernach keine Schwierigkeiten dar.

Kommen in einem Bestande mehrere Holzarten, wie z. B. in Muster 1 noch Eichen vor, so erfolgt die Bildung der Stärkeklassen und die Berechnung des mittleren Modellstammes auf dieselbe Weise. Für die Eichen in Muster 1 würde jedoch die Bildung von nur zwei Stärkeklassen hinreichen und es könnten die Stärkestufen von 26, 28, 30 und 32 cm zur I., die Stärkestufen von 34, 36 und 38 cm zur II. Stärkeklasse zusammengezogen werden.

Zur Bildung der Stärkeklassen und zur Berechnung der mittleren Modellstämme kann folgendes Muster 3 verwendet werden, zu welchem wir noch

folgende erklärende Bemerkungen beifügen: Die Einträge für Spalte a, b und c ergeben sich aus Muster 1. Die Kreisflächensumme jeder Stärkestufe, welche sich mit Hilfe einer Stammklassen-Kreisflächentabelle oder Walzentafel aus den Einträgen in b und c rasch berechnen läßt, wird in Spalte d eingeschrieben. Diejenigen Stärkestufen, welche man in eine Stärkeklasse vereinigen will, faßt man mit einer Klammer zusammen und setzt die Nummer in Spalte e. Werden die zu einer Stärkeklasse vereinigten Stämme aus Spalte c und dann auch die dazu gehörigen Kreisflächen aus d addirt, so ergeben sich die Einträge für Spalte f, beziehungsweise g. Dividirt man alsdann die Kreisflächensumme jeder Stärkeklasse durch die zugehörige Stammzahl derselben, so erhält man den Eintrag für Spalte h, aus welchem sich dann auch die Zahlen in i und k unmittelbar ableiten lassen. In Spalte l schreibt man schließlich noch die Anzahl Probestämme ein, welche man in jeder Stärkeklasse zu fällen beabsichtigt. Die kleinen Abweichungen der Zahlen d dieses Musters, gegenüber den Zahlen in Muster 2, erklären sich aus den hier direkt angewendeten etwas genaueren Seckendorf'schen Tafeln.

Muster 3.

Holzart	Der kluppirten Stämme			Der Stärkeklasse			Des zu jeder Stärkeklasse gehörigen mittleren Modellstammes			Zahl der Probestämme jeder Stärkeklasse
	Stärkestufe in Centimeter	Zahl	Kreisflächensumme in □ m	Nr.	Stammzahl	Kreisfläche in □ m	Kreisfläche in □ m	Durchmesser in cm	Umfang in cm	
							bei 1,3 m über dem Boden			
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
Buchen	20	8	0,251							
"	22	17	0,646	I.	276	13,532	0,049	25	78,5	3
"	24	88	3,981							
"	26	163	8,654							
"	28	303	18,658							
"	30	268	18,944	II.	767	53,364	0,069	29,6	92,9	5
"	32	196	15,762							
"	34	82	7,445							
"	36	74	7,532	III.	180	17,699	0,098	35,4	111,1	2
"	38	24	2,722							
Summe	—	1223	84,595	—	1223	84,595				
Eichen	(Die Ausfüllung der einzelnen Spalten für jede etwa noch folgende Holzart geschieht in derselben Weise.)									

c) Die Auswahl, Fällung und Berechnung der Probestämme. Nachdem man nach vorstehendem Muster 3 für jede Stärkeklasse die Stärke des mittleren Modellstammes ermittelt,

und auch die Frage entschieden hat, wie viel Modellstämme in jeder Stärkeklasse gefällt werden sollen, sind letztere in dem Bestande nach dem ihnen bei 1,3 m über dem Boden entsprechenden **Umfang** auf das genaueste auszuwählen, zu fällen und zu berechnen.

Nach dem Beispiele in Muster 3 wären daher

für die I. Stärkeklasse 3 Stämme von je 78,5 Centim. Umfang
„ „ II. „ 5 „ „ „ 92,9 „ „
„ „ III. „ 2 „ „ „ 111,1 „ „

zusammen also 10 Probestämme zu wählen, zu fällen und zu berechnen.

Es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, daß auch hier, wie bei den vorigen Verfahren, nicht allein darauf zu sehen ist, daß die mit möglichst kreisförmigen Querschnitten versehenen Probestämme den richtigen Umfang haben, sondern daß sie auch in der Höhe, Form, Beastung u. s. w. das Mittel der betreffenden Stärkeklasse möglichst repräsentiren.

Hinsichtlich der Berechnung des Probeholzes gilt das bereits unter A. b. dieses Paragraphen erwähnte Verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß dasselbe nach Stärkeklassen getrennt aufgenommen berechnet werden muß.

Angenommen es würden sich hierbei folgende Resultate ergeben:

I. Stärkeklasse.

	Scheitholz Km	Prügelholz Km	Stockholz Km	Reisholz Km
Modellstamm Nr. 1	0,56	0,07	0,08	0,06
„ „ 2	0,58	0,08	0,09	0,07
„ „ 3	0,54	0,06	0,07	0,05
zusammen	1,68	0,21	0,24	0,18

so hätte der wahre Mittelstamm einen Inhalt von:

$\frac{1,68}{3} = 0,56$ Kubikmeter Scheitholz,

$\frac{0,21}{3} = 0,07$ „ Prügelholz,

$\frac{0,24}{3} = 0,08$ „ Stockholz,

$\frac{0,18}{3} = 0,06$ „ Reisholz,

zusammen 0,77 Kubikmeter.

II. Stärkeklasse.

	Scheitholz Km	Prügelholz Km	Stockholz Km	Reisholz Km
Modellstamm Nr. 1	0,93	0,06	0,13	0,08
„ „ 2	0,90	0,06	0,12	0,07
„ „ 3	0,88	0,05	0,11	0,07
„ „ 4	0,95	0,07	0,15	0,09
„ „ 5	0,94	0,06	0,14	0,09
zusammen	4,60	0,30	0,65	0,40

Des mittleren Modellstammes Inhalt wäre hiernach:

$\frac{4,60}{5} = 0,92$ Kubikmeter Scheitholz,

$\frac{0,30}{5} = 0,06$ „ Prügelholz,

$\frac{0,65}{5} = 0,13$ „ Stockholz,

$\frac{0,40}{5} = 0,08$ „ Reisholz,

zusammen 1,19 Kubikmeter.

III. Stärkeklasse.

	Scheitholz Km	Prügelholz Km	Stockholz Km	Reisholz Km
Modellstamm Nr. 1	1,40	0,13	0,18	0,14
„ „ 2	1,48	0,15	0,20	0,16
zusammen	2,88	0,28	0,38	0,30

Des mittleren Modellstammes Inhalt wäre hiernach:

$\frac{2,88}{2} = 1,44$ Kubikmeter Scheitholz,

$\frac{0,28}{2} = 0,14$ „ Prügelholz,

$\frac{0,38}{2} = 0,19$ „ Stockholz,

$\frac{0,30}{2} = 0,15$ „ Reisholz,

zusammen 1,92 Kubikmeter.

Mit den etwa in einem Bestande noch vorkommenden anderen Holzarten wird auf dieselbe Weise verfahren.

Je nach dem Zwecke der Massenaufnahme, wird man auch hier auf die Massenermittlung der Probestämme mehr oder weniger große Sorgfalt verwenden und sich daher auch in vielen Fällen mit einer Veranschlagung des Reis- und Stockholzes nach konkreten Raummaßen oder selbst nach Durchschnittszahlen zufrieden stellen.

Die Kubirung der zu einer Stärkeklasse gehörigen Probestämme kann summarisch geschehen, im Falle man nicht an jedem einzelnen Stamme die Schaft- und Baumformzahl ermitteln und für spätere Schätzungszwecke u. dgl. aufbewahren will.

d) Die Berechnung der Bestandesmasse. Sie geschieht dadurch, daß man den Kubikinhalt des mittleren Probestammes jeder Stärkeklasse mit der Stammzahl der letzteren multiplicirt und schließlich alle Produkte addirt. Da in vorliegendem Beispiele 276 Stämme der I., 767 Stämme der II., und 180 Stämme der III. Stärkeklasse zufallen, so beträgt die

I. Buchenstärkenklasse:	276 × 0,56 =	154,56	Festmeter	Scheitholz,
	276 × 0,07 =	19,32	„	Prügelholz,
	276 × 0,08 =	22,08	„	Stockholz,
	276 × 0,06 =	16,56	„	Reisholz,
	zusammen	212,52	Festmeter.	
II. Buchenstärkenklasse:	767 × 0,92 =	705,64	Festmeter	Scheitholz,
	767 × 0,06 =	46,02	„	Prügelholz,
	767 × 0,13 =	99,71	„	Stockholz,
	767 × 0,08 =	61,36	„	Reisholz,
	zusammen	912,73	Festmeter.	
III. Buchenstärkenklasse:	180 × 1,44 =	259,20	Festmeter	Scheitholz,
	180 × 0,14 =	25,20	„	Prügelholz,
	180 × 0,19 =	34,20	„	Stockholz,
	180 × 0,15 =	27,00	„	Reisholz,
	zusammen	345,60	Festmeter;	

mithin in der I., II. und III. Stärkeklasse

zusammen 1470,85 Festmeter.

Werden in derselben Weise bei gemischten Beständen die Berechnungen auch für die übrigen Holzarten ausgeführt, so erhält man schließlich in der Stärkenklassensumme sämmtlicher Holzarten den Massengehalt des Bestandes.

Setzt man die Holzmaſſen der einzelnen Stärkeklaſſen M, M_1, M_2 ...., die Maſſen der Klaſſenmodellſtämme m, m_1, m_2 ...., die Stammzahlen der einzelnen Stärkeklaſſen n, n_1, n_2 ...., die Kreisflächenſummen derſelben K, K_1, K_2 .... und die Kreisfläche der einzelnen Klaſſenmodellſtämme k, k_1, k_2 ...., ſo iſt ganz analog wie in §. 39, A. c. auch hier:

$M = m \cdot n$; $M_1 = m_1 \cdot n_1$ und $M_2 = m_2 \cdot n_2$, daher auch

$M = \frac{K}{k} \cdot m$; $M_1 = \frac{K_1}{k_1} \cdot m_1$ und $M_2 = \frac{K_2}{k_2} \cdot m_2$, daher auch die Beſtandesmaſſe $= M + M_1 + M_2 = \frac{K}{k} \cdot m + \frac{K_1}{k_1} \cdot m_1 + \frac{K_2}{k_2} m_2 + ...$

Wäre $\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2}$, dann ginge vorſtehende Gleichung über in: $\frac{K}{k}(m + m_1 + m_2 + ...)$, d. h. man könnte dann die Holzmaſſen der einzelnen Probeſtämme gemeinſchaftlich kubiren oder aufarbeiten, und würde durch Multiplikation dieſer Summe mit dem Quotienten $\frac{K}{k}$ die Beſtandesmaſſe erhalten. Da dieſe Bedingung aber das vorſtehende Verfahren nicht ſtellt, ſo muß eine getrennte Berechnung des Probeholzes der einzelnen Klaſſen vorgenommen werden.

Die Ergebniſſe der Probeſtämme und der Beſtandesmaſſe laſſen ſich in folgendem Muſter 4 überſichtlich zuſammenſtellen, zu welchem wir noch folgende erklärende Bemerkungen beizufügen haben: Die Spalte a folgt aus Muſter 1, b und c aber aus der Längenmeſſung und Jahrringszählung der gefällten Probeſtämme; b und c ſind zwar zur Inhaltsbeſtimmung nicht nothwendig, doch können dieſe Zahlen zu anderen Zwecken, z. B. zur Berechnung von Formzahlen, des Durchſchnittszuwachſes des Beſtandes u. ſ. w. dienen. Die Einträge in den Spalten d, e und l werden aus Muſter 3 überſchrieben; f, g, h, i und k enthalten die für jeden Probeſtamm berechneten Inhalte; werden dieſe für jede Stärkeklaſſe addirt und durch die Anzahl der Probeſtämme dividirt, ſo erhält man den auf der Horizontalzeile unter „Summe“ ſtehenden Inhalt des mittleren Modellſtammes. Multiplicirt man letztere nach Sortimenten getrennte Zahlen mit der dahinterſtehenden Stammzahl der Stärkeklaſſe, ſo ergeben ſich ſchließlich die Einträge für die Spalten m, n, o, p und q.

Muster 4.

Holzart	Der Probestämme: ganze Länge (Meter)	Alter (Jahr)	Stärkeklasse	mittlerer Umfang (Centim.)	Kubikinhalt: Scheitholz (Festmeter)	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Zusammen	Stammzahl jeder Stärkeklasse	Des Bestandes Masse an: Scheitholz (Festmeter)	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Zusammen
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q
Buche	28	95	I.	78,5	0,56	0,07	0,08	0,06	0,77						
"	29	"	"	"	0,58	0,08	0,09	0,07	0,82						
"	28	"	"	"	0,54	0,06	0,07	0,05	0,72						
"				Summe	1,68	0,21	0,24	0,18	2,31						
"	Inhalt des Mittelstammes				0,56	0,07	0,08	0,06	0,77	276	154,56	19,32	22,08	16,56	212,52
"	30	"	II.	92,9	0,93	0,06	0,13	0,08	1,20						
"	26	"	"	"	0,90	0,06	0,12	0,07	1,15						
"	29	"	"	"	0,88	0,05	0,11	0,07	1,11						
"	28	"	"	"	0,95	0,07	0,15	0,09	1,26						
"	30	"	"	"	0,94	0,06	0,14	0,09	1,23						
"				Summe	4,60	0,30	0,65	0,40	5,95						
"	Inhalt des Mittelstammes				0,92	0,06	0,13	0,08	1,19	767	705,64	46,02	99,71	61,36	912,73
"	29	"	III.	111,1	1,40	0,13	0,18	0,14	1,85						
"	31	"	"	"	1,48	0,15	0,20	0,16	1,99						
"				Summe	2,88	0,28	0,38	0,30	3,84						
"	Inhalt des Mittelstammes				1,44	0,14	0,19	0,15	1,92	180	259,20	25,20	34,20	27,00	345,60
"					Summe für Buchen:						1119,40	90,54	155,99	104,92	1470,85

(Ebenso für Eichen oder sonstige Holzarten.)

C. Dr. A. Draudt's Methode.

Dieses von dem großh. hessischen Oberförster (jetzt Forstmeister) Dr. Draudt im Aprilhefte 1857 der „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung" zuerst mitgetheilte, später 1860 in einer besonderen Broschüre*) noch näher begründete und wegen der höchst sinnreichen Auswahl der Probestämme vor anderen Methoden ausgezeichnete Verfahren, eignet sich wegen seiner Einfachheit und seiner vorzüglichen Resultate für alle möglichen Aufgaben der Holzmassenaufnahme, insbesondere aber für solche, welche nicht nur die Massen der Holzbestände, sondern auch die Sortimentsverhältnisse des Bestandes möglichst genau verlangen.

Die mit diesem Verfahren verbundenen Arbeiten sind folgende:

a) Die Ermittlung der Stammzahlen und Kreisflächen der Holzbestände. Die Aufnahme der Stammzahlen nach Stärkestufen geschieht ganz nach der in §. 38 beschriebenen Weise unter Benützung des Muster 1. Die Berechnung der Kreisflächensumme des Bestandes, 1,3 ^{m} über der Erde und getrennt nach Holzarten, geschieht nach A. a dieses Paragraphs, nur mit dem Unterschiede, daß dieselbe zweckmäßig noch auf Muster 1 vorgenommen wird. Zu diesem Behufe ist darum in Muster 1 hinter der Spalte „Stammzahl" noch die Spalte „Kreisflächensumme" bei 1,3 ^{m} über dem Boden in $\square^{m}$ einzuschalten. Die übrigen Rubriken bleiben ungeändert. Die Kreisflächen aller Stärkestufen werden addirt und die Summen am Ende neben der Stammzahlsumme eingeschrieben.

b) Die Auswahl der Probestämme und Ermittlung ihrer Kreisflächen. Bei der Auswahl der Probestämme geht Draudt von der Ansicht aus, daß in einzelnen mittleren Modellstämmen, namentlich bei etwas ungleichmäßigen Beständen, sich nur selten die wirkliche Durchschnittsgröße der Bäume des Bestandes repräsentirt finde, und daß eine möglichste Ausgleichung dieser Unsicherheiten nur durch Verstärkung der Probefällungen aus verschiedenen Stärkestufen erreichbar wäre. Obgleich sich für den Grad der Ausdehnung der Probefällungen keine bestimmte Zahl angeben läßt, so soll letztere

*) Die Ermittlung der Holzmassen von Dr. August Draudt, Gießen, 1860. Verlag von E. Heinemann.

nur nicht unnöthiger Weise beschränkt werden. Jedenfalls sollen die Probestämme, im Falle man eine Aufarbeitung derselben in konkrete Verkaufsmaße beabsichtigt, einige volle Maße der werthvolleren Sortimente liefern.

Die Anzahl der in jeder Stärkestufe auszuwählenden Probestämme kann auf zwei Arten gefunden werden.

Ist die Stammzahl des Bestandes Z, diejenige der zu fällenden Probestämme z, so liefert der Quotient $\frac{z}{Z}$ den Prozentsatz (o,op), mit welchem man die Stammzahl jeder Durchmesserstufe multipliciren muß, um die Zahl der in jeder dieser Stärkestufen zu fällenden Probestämme zu erhalten. Wollte man z. B. von den 1223 Stämmen in Muster 1 (Seite 186) 12 Probestämme fällen, so wäre der Prozentsatz $\frac{12}{1223} = 0{,}098$ oder nahezu 1 Prozent, d. h. es kämen auf ca. 100 Stämme des Bestandes 1 Probestamm.

Zieht man es jedoch vor, nicht die Stammzahl, sondern den Prozentsatz der Probestämme zuerst zu bestimmen, welcher, wie sich später ergeben wird, zugleich der Prozentsatz der Holzmasse ist, so werden die Stammzahlen der einzelnen Stärkestufen kurzer Hand mit diesem Prozentsatze multiplicirt und Bruchtheile abgerundet. Hätte man sich z. B. dahin entschieden, daß von den 1223 Buchen in Muster 1 ein Prozent (= 0,01) Probestämme gefällt werden sollten, so wären für die verschiedenen Stärkestufen folgende Modellstämme auszuwählen:

Auf die	8	Stämme der Stärkestufe	20	Centim. kommen	8	×	0,01	=	0,08	Probestämme.
„ „	17	„ „ „	22	„ „	17	×	0,01	=	0,17	
„ „	88	„ „ „	24	„ „	88	×	0,01	=	0,88	
„ „	163	„ „ „	26	„ „	163	×	0,01	=	1,63	
„ „	303	„ „ „	28	„ „	303	×	0,01	=	3,03	
„ „	268	„ „ „	30	„ „	268	×	0,01	=	2,68	
„ „	196	„ „ „	32	„ „	196	×	0,01	=	1,96	
„ „	82	„ „ „	34	„ „	82	×	0,01	=	0,82	
„ „	74	„ „ „	36	„ „	74	×	0,01	=	0,74	
„ „	24	„ „ „	38	„ „	24	×	0,01	=	0,24	
				zusammen auf	1223			=	12,23	

Hieraus ist ersichtlich, daß für die Stärkestufen von 20, 22 und 38 cm nur kleine Bruchtheile eines Stammes zu fällen wären, weil erstere in dem Bestande nur sehr schwach vertreten sind. Man läßt

deßhalb so kleine Bruchtheile unberücksichtigt, rundet aber die größeren Bruchtheile 0,88; 1,63; 1,96; 0,82 u. s. w. der einzelnen Stärkestufen in der Art auf ganze Zolle ab, daß entfallen:

auf die Stärkestufe von				20	Centim.	kein	Probestamm.
"	"	"	"	22	"	"	"
"	"	"	"	24	"	1	"
"	"	"	"	26	"	2	"
"	"	"	"	28	"	3	"
"	"	"	"	30	"	3	"
"	"	"	"	32	"	2	"
"	"	"	"	34	"	1	"
"	"	"	"	36	"	1	"
"	"	"	"	38	"	kein	"

Im Ganzen werden von 1223 Stämmen 13 Probestämme ausgewählt. Die so auf die einzelnen Stärkestufen kommenden Probestämme stehen dann, abgesehen von den kleinen Abrundungen von keiner praktischen Bedeutung, in demselben Verhältniß, wie die Stammzahlen der gleichnamigen Stärkestufen im ganzen aufgenommenen Bestande. Finden sich in einem Bestande einige Stärkestufen, welche keinen ganzen Probestamm liefern, ein Fall, der meist in den weniger stark vertretenen schwächeren und stärkeren Stammklassen vorkommt, so vereinigt man, je nach der Größe dieser Bruchtheile, mehrere Stärkestufen in eine Stärkeklasse und wählt in dieser dann noch einen Stamm mittlerer Stärke als Probestamm aus.

Können dieselben Probestämme für mehrere Bestände (Abtheilungen) dienen, so stellt man vorher die Stammzahlen für jede Stärkestufe zusammen und berechnet erst dann die Probestämme nach dem gewählten Prozentsatze.

Dies die Grundgedanken, welche bei Auswahl der Probestämme nach diesem Verfahren im Allgemeinen einzuhalten sind, obgleich bei außerordentlichen Bestandesverhältnissen noch kleinere Modifikationen eintreten können, welche wir in der bereits berührten Draudt'schen Broschüre nachzulesen bitten. Nur das sei noch bemerkt, daß die Aufhiebe von Schlaggrenzen, Schneißen, Wegen u. s. w. wie sie bei der Durchführung von Waldertragsregelungen häufig angeordnet werden, sowie auch die jährlichen Holzhauereien, meist ein sehr schätzbares Material zur Auswahl von Probestämmen liefern.

Wir hatten Gelegenheit, mehrere Reviere von bedeutender Ausdehnung zu vermessen, in ein Schneißensystem einzutheilen und die Holzmassenaufnahme durchzuführen, und haben hierbei die Erfahrung gemacht, daß man, bei sorgfältiger Benutzung des Materiales, was sich bei Durchhauung der Schneißen u. s. w. ergibt, viele Probefällungen im Bestande selbst ersparen kann. Besonders starke oder schwache Stämme, welche zufällig in die Schneißenrichtung fallen und welche sich weniger zu Probestämmen eignen, werden hierbei gänzlich ausgeschlossen.

Die Anzahl der für jede Stärkestufe auszuwählenden Probestämme wird in die erste Spalte des folgenden Musters 5 eingeschrieben, mit welchem man sich in den Bestand verfügt, jeden zur Fällung geeigneten Stamm nach zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen 1,3 ^{m} über der Erde mißt und die beiden Ergebnisse hinter die gleichstarke Stärkestufe in Spalte c durch zwei Punkte einzeichnet*). Selbstverständlich erhält man durch diesen doppelten Eintrag auch die doppelte Anzahl Punkte (Stämme) und auch die doppelte Kreisflächensumme der Probestämme, welche schließlich durch zwei dividirt werden muß, wie dies aus Spalte c und d hervorgeht. Obgleich der Bestand nach Stärkenabstufungen von 2 zu 2 Centimeter aufgenommen wird, so ist bei den Probestämmen doch eine Abstufung von 1 zu 1 Centimeter gestattet.

Wäre z. B. ein Probestamm von 26 ^{cm} auszuwählen, so kann man auch einen solchen nehmen, der nach der einen Seite 25 und nach der andern Seite 27 ^{cm} mißt, wie dies auch aus Spalte c des Musters 5 hervorgeht. Lassen sich Stämme finden, welche ganz walzenförmig sind, nach beiden Seiten daher den gleichen Durchmesser haben, so wird man solchen natürlich den Vorzug geben.

Bei der Auswahl und Bezeichnung der Probestämme ist es nicht nöthig, eine Stärkestufe nach der andern vorzunehmen, sondern man wählt und mißt die Stämme, wie sie im Bestande gerade vorkommen, macht nur bei der entsprechenden Stärkestufe den richtigen Punkt und sieht ferner zu, daß man von jeder Stärkestufe nicht mehr Stämme wählt, als vorgesehen sind.

---

*) Statt beide gemessenen Durchmesser einzutragen, kann man dieselben auch gleich in Gedanken addiren, dann durch zwei dividiren und nur das so gewonnene arithmetische Mittel einmal vortragen, man erhält sogar auf diese Art theoretisch etwas genauere Resultate. Da jedoch dieses Mittel öfters nicht auf ganze Centimeter aufgeht, die Differenz bei Abstufungen von Centimeter zu Centimeter auch verschwindend klein ist, so geben wir dem obigen Verfahren den Vorzug.

Hat man für die 13 Probestämme, welche zur Berechnung der 1223 Buchen in Muster 1 dienen sollen, bei doppeltem Eintrag der Durchmesser, folgende Dimensionen ausgewählt, so ergibt sich die nachstehende doppelte Kreisflächensumme der Probestämme:

2	Stück	von	24	Centim.	Durchmesser	und	0,090	□m Kreisfläche
1	„	„	25	„	„	„	0,049	„ „
2	„	„	26	„	„	„	0,106	„ „
2	„	„	27	„	„	„	0,115	„ „
4	„	„	28	„	„	„	0,246	„ „
2	„	„	29	„	„	„	0,132	„ „
4	„	„	30	„	„	„	0,283	„ „
2	„	„	31	„	„	„	0,151	„ „
2	„	„	32	„	„	„	0,161	„ „
1	„	„	33	„	„	„	0,086	„ „
1	„	„	34	„	„	„	0,091	„ „
1	„	„	35	„	„	„	0,096	„ „
2	„	„	36	„	„	„	0,204	„ „
26	.....	Doppelte Summe	.....				1,810	□m Kreisfläche
13	.....	Einfache Summe	.....				0,905	„ „

Nachdem nun im Bestande selbst die Probestämme mit vorstehenden Dimensionen in Muster 5 Spalte c eingetragen und summirt sind, ermittelt man in Spalte d in bekannter Weise die Kreisflächensumme sämmtlicher Probestämme und findet dieselbe, wie solches aus vorstehender Uebersicht und nachfolgendem Muster 5 ersichtlich ist, 0,905 □m.

c) Die Aufnahme des Probeholzes. Draudt geht hierbei von der Ansicht aus, daß bei der Holzmassenermittlung für praktische Taxationszwecke die genaue Aufnahme jedes einzelnen Probestammes durch Zerlegung in Sektionen und kubische Berechnung der verschiedenen Sortimente zu umständlich und zeitraubend sei; daß es dagegen viel besser wäre, die ausgewählten und gefällten Stämme alsbald in die ortsüblichen konkreten Verkaufsmaße aufzuarbeiten, weil ja ohnehin die meiste Holzmasse nicht in Festmetern, sondern in Raummetern und Wellen abgesetzt würde und es daher vorzugsweise auf genaue Kenntniß der letzteren ankomme.

Diese Ansicht ist gewiß richtig und beachtenswerth, denn wenn man auch für den Derbholzgehalt der konkreten Schichtmaße be-

stimmte Reduktionszahlen annimmt, so können diese, auf einzelne Fälle angewendet, begreiflicherweise doch nicht immer zutreffen und es ist einleuchtend, daß ein Fehler begangen wird, wenn man den in Festmetern berechneten Massenetat nach diesen Normalzahlen in Raummeter verwandelt, bei den späteren Fällungen aber in die Schichtmaße nicht genau so viel Holz einsetzt, als den in Anwendung gekommenen Reduktionszahlen entspricht.

Es ist klar, daß diese Fehler sehr vermindert, wenn nicht ganz zum Verschwinden gebracht werden können, wenn man die Probestämme, wie es Draudt vorschlägt, nicht kubisch berechnet, sondern genau nach den für den gewöhnlichen Holzhauereibetrieb vorgeschriebenen Instruktionen aufarbeiten läßt. Es versteht sich von selbst, daß, wenn unter den Probestämmen ein Schaft ist, welcher sich zu Bau- oder Nutzholz eignet, derselbe auch als solcher liegen bleibt und wie ein gewöhnlicher Baumstamm berechnet wird.

Man wundert sich häufig darüber, wie bei Anwendung aller Sorgfalt bei der Bestandesschätzung das Taxationsresultat manchmal so schlecht mit dem wirklichen Fällungsergebniß übereinstimmt; ist auch nicht selten geneigt, den Taxator oder die Taxationsmethoden deßhalb zu verurtheilen und letztere für gelehrte Späße u. s. w. zu erklären, während doch, wie aus obiger Betrachtung hervorgeht, die Ursachen dieser Erscheinung vorzugsweise in einer unzweckmäßigen Aufarbeitung des Probeholzes und in allgemeinen Reduktionszahlen liegen, welche nicht für jeden Einzelfall passen können.

Die Probeholzfällung muß, wie erwähnt, bei diesem Verfahren mindestens so groß sein, daß einige Verkaufsmaße vollständig damit gefüllt werden können; etwa bleibende Reste werden wie bei dem Holzhauereibetriebe nach Sortimenten getrennt aufgesetzt und besonders berechnet. Ueberhaupt ist wenig Grund vorhanden, die Probefällungen zu sehr einzuengen, namentlich wenn man bedenkt, daß der Taxator hierdurch gar nicht erleichtert wird. Da sich ferner Holzmassenaufnahmen meist nur auf die der nächsten oder zweiten Abtriebsperiode zufallenden Bestände ausdehnen, so ist auch der mit einer verstärkten Probefällung zu fürchtende Zuwachsverlust gar nicht in Anschlag zu bringen, werden ja doch jährlich in einem Reviere Tausende Stämme zur Erfüllung des Fällungsetats gefällt. Die Aufarbeitung der Probestämme können die Holzhauer um den gewöhnlichen Preis übernehmen, die Hilfsarbeiter, welche bei Anwendung einer anderen Kubirungsmethode nöthig gewesen wären, fallen hier gänzlich weg.

Es schließt jedoch das Draudt'sche Verfahren die Aufnahme und Berechnung der Probestämme nach dem Sektionsverfahren und auch die Ermittlung der Sortimentsverhältnisse nach demselben keineswegs aus und wird man sogar zu demselben greifen, wenn man etwa ausnahmsweise in der Fällung von Probestämmen beengt sein sollte.

Die Ergebnisse des Probeholzes können in nachstehendem Muster 5 übersichtlich zusammengestellt werden, zu welchem wir zur näheren Erklärung noch folgende Bemerkung beifügen: Die Entstehung der Zahlen in den Spalten a, b, c, d, g bis n ist für sich klar. Die Spalten e und f sind an und für sich zur Massenermittlung nicht nöthig, doch ist es für andere Zwecke interessant, die Längen der gefällten Stämme, wenn auch nicht für alle, aufzunotiren und auch die Jahrringe abzuzählen und in die Spalten f und g, wie geschehen, einzutragen. Die Reduktion der in Raummetern und Wellen ausgedrückten Sortimente in Festmeter geschieht, wenn es gewünscht wird, nach bekannten Reduktionszahlen, die bei Buchenscheiterholz vielleicht 0,70, bei Prügelholz 0,65, bei Stockholz 0,50 und bei 100 Wellen durchschnittlich 2,5 betragen können, und durch die dirigirenden Forstbehörden festgestellt werden.

d) Die Berechnung der Holzbestandesmasse. Sie geschieht auch hier getrennt nach Holzarten und Sortimenten und gründet sich, da die ausgewählten Probestämme gewissermaßen als der verjüngte Bestand, als das Modell desselben betrachtet werden können, auf den deßhalb statthaften einfachen Schluß: so oftmal die Kreisflächensumme der Probefällung in der Kreisflächensumme des ganzen Bestandes enthalten ist, so oftmal wird auch die Holzmasse der Probefällung in der Bestandesmasse enthalten sein.

Bezeichnet man daher die Kreisflächensumme z. B. aller 1223 Buchen mit K, nach Muster 3 = 84,595 □m, die Kreisflächensumme der Probefällung in Muster 5 mit k = 0,905 □m, ferner das Ergebniß der Probefällung mit m = 14,12 Festmeter und dasjenige der 1223 Buchen mit M, so besteht die Proportion:

$$k : K = m : M, \text{ daraus}$$

$$M = \frac{K}{k} \times m = \frac{84{,}595}{0{,}905} \times 14{,}12 = 93{,}48 \times 14{,}12 =$$
$$= 1319{,}94 \text{ Festmeter.}$$

Hieraus folgt, daß man nur den Quotienten $\frac{K}{k}$ mit dem Ergebniß m der Probefällung zu multipliciren

Muster 5.

Ausgewählende Probestämme	Durchmesser bei 1,3 m vom Boden	Zahl der ausgewählten Probestämme doppelt gemessen	Kreisflächen	Stammhöhe	Alter	Der Probestämme Holzmassenergebniß: Bau-, Werkholz u. s. w. Durchm.	Länge	Inhalt	Brennholz: Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Reduktion der Sortimente	Reduktion in Festmeter
	Centim.		□ m	Meter	Jahre	Centim.	Meter	Festmet.	Raummeter			Wellen		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p
						I. Buchen.								
1	23	.. 2	0,090	28	95									
	24	. 1	0,049	29	93	31	7	0,53	6	1	3	75		
2	25	.. 2	0,106	28	94	33	5	0,43	2		1		Bauholz	0,96
	26	.. 2	0,115	28	90				2					
3	27	 4	0,246	27	89				1				Scheitholz	8,12
	28	.. 2	0,132	28	92									
3	29	 4	0,283	28	90									
	30	.. 2	0,151	29	96								Prügelholz	1,17
2	31	.. 2	0,161	28	93									
	32	. 1	0,086	28	97								Stockholz	2,00
1	33	. 1	0,091	29	94									
	34	. 1	0,096	28	92								Reisholz	1,87
1	35	.. 2	0,204	28										
	Doppelt:	26	1,810											
13	Einfach:	13	0,905	28	93	—	—	0,96	11,60	1,80	4,00	75		14,12

Reih von 1 × 1 × 0,8 = 0,6

II. Eichen.

(Für die etwa noch vorkommenden anderen Holzarten erfolgt die Ausführung in derselben Weise.)

braucht, um die Holzmasse des Bestandes oder beim Vorhandensein mehrerer Holzarten die der betreffenden Holzart zu erhalten.

Werden auch die Massen der einzelnen Sortimente gewünscht, so bleibt obige Proportion natürlich dieselbe, nur wird alsdann das Kreisflächenverhältniß $\frac{K}{k}$ immer mit dem Ergebnisse der Probefällungen jedes einzelnen Sortimentes multiplicirt. Unter Benutzung der Ergebnisse in Muster 5 erhält man auf diese Art:

Bauholz	= 93,48 ×	0,96	=	89,74	Festmeter.
Scheitholz	= 93,48 ×	11,6	=	1084,37	Raummeter.
Prügelholz	= 93,48 ×	1,8	=	168,26	Raummeter.
Stockholz	= 93,48 ×	4	=	373,92	Raummeter.
Reisholz	= 93,48 ×	75	=	7011	Wellen;

oder auch:

Bauholz	= 93,48 ×	0,96	=	89,74	Festmeter.
Scheitholz	= 93,48 ×	8,12	=	759,06	Festmeter.
Prügelholz	= 93,48 ×	1,17	=	109,37	Festmeter.
Stockholz	= 93,48 ×	2,0	=	186,96	Festmeter.
Reisholz	= 93,48 ×	1,87	=	174,81	Festmeter.
	Summa wie oben		=	1319,94	

Ganz in derselben Weise wird die Massenberechnung für andere etwa in dem Bestande noch ausgeschiedene Holzarten durchgeführt.

Die Resultate der Holzmassenaufnahme ganzer Abtheilungen oder Distrikte eines Waldes stellt Draudt noch in ein Muster zusammen, welchem er noch Rubriken über das durchschnittliche Alter, die durchschnittliche Höhe und die Fläche des Bestandes, sowie über den Quotienten $\frac{K}{k}$ und den jährlichen Durchschnittszuwachs pro Hektar beifügt.

c) Theoretische Begründung des Verfahrens. Die unter a—d angestellten Betrachtungen lassen sich in folgendem Satze zusammenfassen: Das Prinzip der Draudt'schen Methode besteht darin, daß man von jeder Stärkestufe den gleichen Prozentsatz Probestämme auswählt und dann den Kubikinhalt des Bestandes durch Multiplikation des Ergebnisses m der gemeinschaftlich aufgearbeiteten Probestämme mit dem Quotienten $\frac{K}{k}$ findet, wie

er sich durch Division der Kreisflächensumme der Probestämme k in diejenige des Bestandes K ergibt. Es finden sich daher in der Draudt'schen Methode die Vorzüge der unter A und B beschriebenen Verfahren in einer Weise vereinigt, wie man sie sich einfacher gar nicht denken kann. Draudt lieferte 1857 daher auch keinen mathematischen Beweis für die Richtigkeit seines Verfahrens, sondern ging einfach von der Betrachtung aus, „daß man unfehlbar richtig kalkuliren müßte, wenn man genau die Hälfte der Stammzahlen jeder Durchmesserklasse zusammen aufbereiten ließe, und von diesem Ergebniß auf eine ganz gleiche Ausbeute an Holzmassen und Sortimenten von der andern Hälfte rechnen würde. Wenn aber dieß von der Hälfte richtig ist (so schließt Draudt weiter), was doch Niemand bestreiten wird, so muß es auch von 1/4, 1/8 oder von jedem andern beliebigen Bruchtheile gestattet sein, einen gleichen Schluß je nach Maßgabe des unterstellten Prozentsatzes zu ziehen."

„Wenn die Zahl der Probestämme nach einem konstanten Prozentsatze für jede Durchmesserklasse berechnet ist, so stehen die Probestämme alsdann unter sich in demselben geometrischen Verhältnisse, wie die Gesammtzahlen der betreffenden Klassen des ganzen Bestandes."

Diese wenigen Betrachtungen genügten Draudt, um sich und Andere von der Richtigkeit seines Verfahrens zu überzeugen. Da jedoch die Methode später, namentlich von E. Heyer, angegriffen wurde, so lieferte Draudt in seiner mehrerwähnten Schrift 1860 noch den mathematischen Beweis für die Richtigkeit derselben. Der Vollständigkeit halber lassen wir den Beweis hier in Kürze folgen.

Ist die Holzmasse des Bestandes = M, die Kreisflächensumme desselben = K, diejenige der Probestämme = k und die Holzmasse der letzteren, bei gemeinschaftlicher Aufarbeitung derselben, = m, so ist:

$$M = \frac{K}{k} \times m \ldots\ldots 1.$$

Nimmt man aber an, wie bei Verfahren B dieses Paragraphen, die Probestämme jeder Stärkeklasse würden für sich aufbereitet und die Kreisflächensummen der 1, 2 .... nten Stärkeklassen seien K_1, K_2 .... K_n diejenige der zugehörigen Probestämme aber k_1, k_2

.... k_n und die Massen eben derselben m_1, m_2 .... m_n, die Massen der einzelnen Stärkeklassen M_1, M_2 .... M_n, so ist die Holzmasse

der 1ten Stärkeklasse $= M_1 = \frac{K_1}{k_1} \times m_1$, eben so

„ 2ten „ $= M_2 = \frac{K_2}{k_2} \times m_2$ und

„ nten „ $= M_n = \frac{K_n}{k_n} \times m_n$, d. h.

es muß unter der Voraussetzung der (weit umständlicheren) getrennten Aufbereitung des Probeholzes sein:

$$M = M_1 + M_2 + ... M_2 =$$
$$= \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + ... \frac{K_n}{k_n} \times m_n.$$

Ist nun das Draudt'sche Verfahren richtig, d. h. gestattet dasselbe unter allen Umständen ein gemeinschaftliches Aufbereiten des Probeholzes, dann muß sein:

$$M = \frac{K}{k} \times m = \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + ... \frac{K_n}{k_n} \times m_n .... 2).$$

Diese Gleichung findet offenbar nur unter der Bedingung statt, daß die Verhältnisse $K_1 : k_1$, $K_2 : k_2$, $K_n : kn$ einander gleich sind, d. h. $\frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} = ... \frac{K_n}{k_n}$ ist.

Das Vorhandensein dieser Bedingung läßt sich nun leicht wie folgt nachweisen: Die Stammzahl des Bestandes sei Z, die Zahl der Probestämme des Bestandes z. Da in jeder Stärkestufe ein gleicher Procentsatz von Probestämmen gewählt wird und Z_1, Z_2 .... Zn die Stammzahl jeder Stärkestufe, z_1, z_2 .... z_n die Zahl der zugehörigen Probestämme bezeichnen mag, so muß offenbar sein:

$$Z : z = Z_1 : z_1 = Z_2 : z_2 = ... Z_n : z_n .... 3).$$

Ist ferner $\mathfrak{K}_1$ die Kreisfläche eines Stammes der ersten Stärkestufe, so ist auch

$$K_1 = \mathfrak{K}_1 \times Z_1,$$

d. h. die Kreisflächensumme dieser Stärkestufe ist gleich der Kreisfläche eines Stammes multiplicirt mit der Stammzahl dieser Stufe. Aus demselben Grunde ist aber dann auch $k_1 = \mathfrak{K}_1 \times z_1$ und wenn man die beiden letzten Gleichungen in Relation bringt:

$$K_1 : k_1 = \mathfrak{K}_1 . Z_1 : \mathfrak{K}_1 . z_1 = Z_1 : z_1.$$

Ganz in derselben Weise wird bewiesen, daß

$$K : k = Z : z;\ K_2 : k_2 = Z_2 : z_2 \ldots . K_n : k_n = Z_n : z_n.$$

Setzt man endlich statt $Z : z = Z_1 : z_1 = Z_2 : z_2 \ldots . Z_n : z_n$ die gleichwerthigen Verhältnisse $K : k$, $K_1 : k_1 \ldots . K_n : k_n$ in Gleichung 3, so geht diese über in:

$$\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} \ldots . = \frac{K_n}{k_n}.$$

Werden diese gleichen Verhältnisse endlich in Gleichung 2 eingeführt, so ist:

$$M = \frac{K}{k} \times m = \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + \ldots . \frac{K_n}{k_n} \times m_n$$

$$= \frac{K}{k} (m_1 + m_2 + \ldots . m_n) \text{ und}$$

da $m = m_1 + m_2 + \ldots . m_n$ ist, so folgt schließlich:

$$M = \frac{K}{k} \times m,$$

d. h. das Draudt'sche Verfahren gestattet das gemeinschaftliche Aufarbeiten der Probestämme und hat deßhalb, den bereits beschriebenen Methoden gegenüber, den Vorzug großer Einfachheit und Zuverlässigkeit; es verdient daher in allen Fällen, wo Probestämme gefällt werden dürfen, unsere volle Beachtung und wir können es insbesondere auch allen Praktikern um so mehr empfehlen, als wir schon eine große Menge von Beständen nach demselben und stets mit dem besten Erfolge aufgenommen haben.

D. Das K. Urich'sche Verfahren (Kreisflächenmethode).

Wie wir soeben gesehen haben, gebührt Draudt das Verdienst, zuerst den Beweis geliefert zu haben, daß man sämmtliche Probestämme eines Bestandes gemeinschaftlich kubiren oder aufarbeiten kann, wenn in jeder Stärkestufe ein gleicher Prozentsatz Probestämme gefällt wird, oder, was dasselbe ist, wenn die geometrischen Verhältnisse zwischen der Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen und den zugehörigen Probestämmen in allen Stärkenstufen einander gleich sind, d. h. wenn $\frac{K}{k} = \frac{K^1}{k^1} = \frac{K^2}{k^2} \ldots . = \frac{K^n}{k^n}$ ist.

Zugleich hat sich aber auch ergeben, daß wenn man die Stammzahl jeder Stärkestufe mit dem gewählten Prozentsatze o,op multiplicirt, um die Zahl der in jeder Stärkestufe zu fällenden Probestämme zu erhalten, in der Regel kleinere oder größere Bruchtheile von Probestämmen entstehen, die im Falle sie kleiner als 0,5 sind, vernachlässigt, wenn sie aber mehr als 0,5 betragen, als ein ganzer Probestamm gerechnet werden sollen. Hierdurch entstehen selbstverständlich kleinere Ungenauigkeiten, die bewirken, daß die soeben berührten Verhältnisse nicht mehr ganz genau einander gleich sind, das Verfahren daher auch in seiner theoretischen Richtigkeit etwas verlieren muß. Obgleich nun Draudt wiederholt den Beweis geliefert hat*), daß diese Differenzen kaum groß genug sind, um in der Praxis berücksichtigt zu werden, und daß sie in dem Verhältniß schwinden, als man die Probefällungen verstärkt, so hat er es doch nicht an praktischen und hinreichenden Vorschlägen fehlen lassen**), durch welche auch diese kleinen Ausstellungen noch beseitigt werden können, im Falle man der Einfachheit des Verfahrens einige Opfer an Zeit und Mühe bringen will.

Auch das Urich'sche Verfahren verfolgt den gleichen Zweck und unterscheidet sich von der Draudt'schen Methode nur darin, daß die Probestämme nach ihm etwas anders ausgewählt werden, sonst aber, da es nach dem Draudt'schen veröffentlicht wurde***), jedenfalls aus diesem hervorgewachsen ist.

Die Kluppirung und Kreisflächenermittlung des Bestandes, sowie die Bestimmung der Anzahl Probestämme, welche gefällt werden sollen, erfolgt ganz nach Draudt. Das weitere Verfahren besteht dann darin, daß man für jeden auszuwählenden Probestamm eine gleiche Stammzahlgruppe bildet, für die so gebildeten Gruppe die mittleren Modellstämme berechnet, diese aufsucht und gemeinschaftlich aufarbeiten läßt, wodurch natürlich, allerdings mit etwas größerem Zeitaufwand, eine völlige Gleichstellung der Verhältnisse $\frac{K}{k} = \frac{K^1}{k^1} = \frac{K^2}{k^2} = \ldots \frac{K^n}{k^n}$ erzielt wird.

Um zu zeigen, wie Urich nach stattgefundener Kluppirung des Bestandes die Probestämme auswählt, wollen wir die Rechnung,

*) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1860, 1862 und 1865.

**) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1860, Seite 471.

***) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1862, Seite 77. 1865, S. 325.

unter Zugrundlegung der Ergebnisse für Buchen in Muster 1, hier durchführen und uns dabei ganz an die formelle Darstellung halten, wie sie Urich nach seinen letzten Veröffentlichungen*) für am zweckmäßigsten hält.

Vergleicht man für ein und dasselbe Beispiel die Stärken der Probestämme nach Draudt (Seite 214) mit denen nach Urich (siehe folgende Uebersicht), so reihen sie sich wie folgt aneinander:

Nach Draudt: von 24 cm 1 Stück, von 26 cm 2 Stück, von 28 cm 3 Stück, von 30 cm 3 Stück, von 32 cm 2 Stück, von 34 cm 1 Stück, von 36 cm 1 Stück.

Nach Urich: von 23,3 cm 1 Stück, von 25,8 cm 1 Stück, von 26 cm 1 Stück, von 28 cm 3 Stück, von 29,6 cm 1 Stück, von 30 cm 2 Stück, von 32 cm 2 Stück, von 33,8 cm 1 Stück, von 36,6 cm 1 Stück.

Wie man sieht, weichen die Probestämme nach beiden Methoden nur in Millimetern von einander ab, und wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, die Probestämme bis auf Millimeter genau auszuwählen, namentlich wenn sie auch die sonst erforderlichen Eigenschaften haben sollen, so fragt es sich sehr, ob es sich verlohnt, in der Praxis das viel mühsamere Verfahren einzuschlagen. Jedenfalls müssen wir uns, aus den angegebenen Gründen, für die Abrundung auf ganze Centimeter aussprechen, dann aber lassen sich die Probestämme viel einfacher in folgender Weise auswählen:

Man bildet ganz nach Urich die Stammzahlgruppen, unterläßt aber die Berechnung der einzelnen Kreisflächen in jeder Gruppe, auch die Division der Kreisflächensumme jeder Gruppe durch die Stammzahl, wählt vielmehr in jeder Stammgruppe den Probestamm einfach in der Stärkestufe aus, welche am reichlichsten vertreten ist. Man erhält dann das Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register B, welches für das vorliegende Beispiel zufällig ganz mit dem Draudt'schen zusammenfällt, jedenfalls aber viel einfacher als das Urich'sche ist. Auch die Verhältnisse $K : k = K' : k' \ldots\ldots$ stimmen wenigstens so nahe überein, als es nach dem Prinzip des Draudt'schen Verfahrens überhaupt praktisch nothwendig ist. Bei der Aufnahme kleinerer Probeflächen, wo oft 4—6 Stärkestufen zusammengefaßt werden müssen, erreicht man natürlich das genaueste Resultat, wenn man für die vereinigten Stärkestufen den arithmetischen Mittelstamm berechnet.

*) Vergl. unsere Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1871, Seite 415.

A. Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Urich.

Von den vorhandenen 1223 Stämmen sollen 13 gefällt werden, und kommen somit $\frac{1223}{13} = 94$ Stämme auf je einen Probestamm.

Der Stämme		Der Gruppen						Der Probestämme		
Durchm. Cent. bei 1,3m vom Bod.	Anzahl	Nr.	Stärkestufe Centimeter	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Kreisflächensumme im Einzelnen	Kreisflächensumme im Ganzen	Nr.	mittlere Kreisfläche	Durchmesser Centimeter
20	8		20	8		0,251				
22	17	I	22	17		0,646				
24	88		von 24	69	94	3,121	4,018	1	$\frac{4,018}{94} = 0,043$	23,3
26	163	II	„ 24	19		0,860				
28	303		„ 26	75	94	3,982	4,842	2	$\frac{4,842}{94} = 0,052$	25,8
30	268	III	„ 26	88		4,672				
32	196		„ 28	6	94	0,369	5,041	3	$\frac{5,041}{94} = 0,053$	26,0
34	82	IV	„ 28	94	94	5,788	5,788	4	$\frac{5,788}{94} = 0,062$	28,0
36	74	V	„ 28	94	94	5,788	5,788	5	$\frac{5,788}{94} = 0,062$	28,0
38	24	VI	„ 28	94	94	5,788	5,788	6	$\frac{5,788}{94} = 0,062$	28,0
		VII	„ 28	15		0,924				
			„ 30	79	94	5,584	6,508	7	$\frac{6,508}{94} = 0,069$	29,6
		VIII	„ 30	94	94	6,645	6,645	8	$\frac{6,645}{94} = 0,070$	30,0
		IX	„ 30	94	94	6,645	6,645	9	$\frac{6,645}{94} = 0,070$	30,0
		X	„ 30	1		0,071				
			„ 32	93	94	7,479	7,550	10	$\frac{7,550}{94} = 0,080$	32,0
		XI	„ 32	94	94	7,559	7,559	11	$\frac{7,559}{94} = 0,080$	32,0
		XII	„ 32	9		0,724				
			„ 34	82		7,445				
			„ 36	3	94	0,305	8,474	12	$\frac{8,474}{94} = 0,090$	33,8
		XIII	„ 36	71		7,227				
			„ 38	24	95	2,722	9,949	13	$\frac{9,949}{94} = 0,105$	36,6
Sa.	1223	—	—	—	1223	—	—	—	0,898	—

B. Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Baur.

Von den vorhandenen 1223 Buchen sollen 13 gefällt werden, und kommen somit $\frac{1223}{13} = 94$ Stämme auf je einen Probestamm.

Der Stämme			Der Gruppen				Der Probestämme		
Durchm. 1,3 m vom Boden Centimet.	Anzahl	Kreisflächensumme □ m	Nr.	Stärkestufen Centimeter	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Nr.	Durchmesser in Centimeter	Kreisflächen □ m
20	8	0,251		20	8				
22	17	0,646	I	22	17				
24	88	3,981		24	69	94	1	24	0,045
26	163	8,654	II	von 24	19				
28	303	18,658		„ 26	75	94	2	26	0,106
30	268	18,944	III	„ 26	88		3	26	
32	196	15,762		„ 28	6	94			
34	82	7,445	IV	„ 28	94	94	4	28	
36	74	7,532	V	„ 28	94	94	5	28	0,185
38	24	2,722	VI	„ 28	94	94	6	28	
			VII	„ 28	15				
				„ 30	79	94	7	30	
			VIII	„ 30	94	94	8	30	0,212
			IX	„ 30	94	94	9	30	
			X	„ 30	1				
				„ 32	93	94	10	32	0,161
			XI	„ 32	94	94	11	32	
			XII	„ 32	9				
				„ 34	82		12	34	0,091
				„ 36	3	94			
			XIII	„ 36	71		13	36	0,102
				„ 38	24	95			
Summe	1223	84,595	—	—	—	1223	—	—	0,902

E. Das Robert Hartig'sche Verfahren*).

Dieses Verfahren unterscheidet sich von den bis jetzt beschriebenen Bestandesschätzungsverfahren darin, daß es die Zahl der in jeder Stärkestufe resp. Stärkenklasse auszuwählenden Probestämme nicht von den in diesen vorhandenen Stammzahlen, sondern von den Kreisflächen in der Art abhängig macht, daß auf eine gleich große Stammgrundflächensumme immer ein Probestamm kommen soll. Zu diesem Behufe wird, nachdem der Bestand in bekannter Weise kluppirt ist, die Kreisflächensumme desselben ermittelt und diese durch die Anzahl der auszuwählenden Probestämme dividirt. Es ergibt sich so der auf einen Probestamm kommende Kreisflächenbetrag K1. Nun faßt man an den schwächeren Stärkestufen beginnend so viele Stämme zusammen, bis die den letzteren entsprechenden Kreisflächen ganz oder nahezu K1 gleich kommen und fährt so bis zu Ende fort. Durch Division der einzelnen K1 durch die zugehörigen Stammzahlen erhält man die mittlere Kreisfläche der einzelnen Stammgruppen und aus diesen die den letzteren entsprechenden mittleren Durchmesser, welche zugleich die Durchmesser der zu fällenden Probestämme sind. Im Uebrigen bietet das Verfahren nichts Charakteristisches.

Um das Verfahren und die damit verbundenen Arbeiten zum vollen Verständniß zu bringen, haben wir es an dem schon mehrmals behandelten Beispiele (Muster 1) in der nachstehenden Uebersicht durchgeführt, und auch dieselbe Zahl Probestämme, wie bei dem Draudt'schen und Urich'schen Verfahren, zu Grunde gelegt.

R. Hartig behauptete von seinem Verfahren, es widme allen Klassen gleichen Genauigkeitsgrad und gleiche Sorgfalt, weil nach ihm die Stämme so gruppirt würden, daß alle Gruppen gleiche Kreisflächen enthielten, was bei der Draudt'schen Methode nicht der Fall sei. Auch Bernhard erklärte das Hartig'sche Verfahren für korrekter als das Draudt'sche**), beide Ansichten sind jedoch unrichtig.

Gleicher Genauigkeitsgrad und gleiche Sorgfalt wird den ein-

*) Vergl. Dr. Robert Hartig, „die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirthschaft im Harz und Wesergebirge." Stuttgart 1868, Seite 16 u. f.

**) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. III. Band, Seite 27.

zelnen Stärkeklassen eines Bestandes nur dann gewidmet, wenn die Verhältnisse zwischen den Probestammzahlen z, z_1, z_2 .... und den Stammzahlen Z, Z_1, Z_2 .... der zugehörigen Stärkeklassen gleich sind, d. h. wenn $z : z_1 = Z : Z_1$ u. s. w. ist.

Diese Bedingung entspricht nun allerdings dem Draudt'schen, nicht aber dem Hartig'schen Verfahren. Wirft man nämlich einen Blick auf die nachstehende Uebersicht, so erkennt man sofort, daß z. B. bei der I. Stammgruppe auf 144 Stämme erst ein Probestamm kommt, während bei der XIII. Gruppe schon auf 62 Stämme ein Probestamm entfällt. Entscheidend für die Genauigkeit einer Bestandesschätzungsmethode ist überhaupt nur die Zahl der nach richtigen Prinzipien ausgewählten Probestämme. Wird aus allen n Stämmen eines Bestandes nur eine Gruppe gebildet, d. h. nur ein arithmetisch mittlerer Modellstamm gefällt, so wird auch nur der Inhalt dieses einen Stammes richtig erhalten. Beträgt dieser zufällig genau $\frac{1}{n}$ der Bestandesmasse, so wird letzterer richtig $\frac{1}{n} \times n = 1$ gefunden werden. Weicht jedoch der gefällte Probestamm von dem wahren Mittelstamm um den Fehler x ab, so werden natürlich alle übrigen $n-1$ Stämme denselben Fehler ergeben, was zusammen $(n-1)\,x$ beträgt. Fällt man 2, 3, 4 u. s. w. Probestämme, so erhält man natürlich auch hier wieder nur den Inhalt dieser Stämme richtig, weicht jedoch der gefundene Inhalt dieser Stämme von $\frac{2}{n}$, $\frac{3}{n}$, $\frac{4}{n}$ u. s. w. der Bestandesmasse ab, so muß sich natürlich auch der Inhalt der übrigen $(n-2)$, $(n-3)$, $(n-4)$... Stämme um diese Differenz fehlerhaft erweisen, d. h. man wird der Wahrheit um so näher kommen, je mehr Probestämme man fällt.

Ferner ist die Ansicht R. Hartig's: „Das Draudt'sche Verfahren setze eine unbeschränkte Befugniß zur Fällung einer großen Anzahl von Probestämmen voraus, unrichtig, denn man kann mit dem Draudt'schen sowohl, wie bei dem Hartig'schen und jedem anderen Verfahren, mit einer beliebigen Anzahl Probestämme operiren. Auch den Bedenken Hartig's, hinsichtlich der praktischen Ausführbarkeit der Draudt'schen Methode, wenn es sich um genaue Ermittlung des Derbholzgehalts des Bestandes handle, vermögen wir nicht beizutreten; im Gegentheil verursacht gerade die Hartig'sche Art der Auswahl der Probestämme un-

Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Robert Hartig.

Von den vorhandenen 1223 Buchen mit einer Kreisflächensumme von 84,595 □m sollen 13 Probestämme gefällt werden, und kommt somit auf je einen Probestamm ein Grundflächenbetrag von $\frac{84,595}{13} = 6,507$ □m.

Der Stämme			Der Gruppen						Der Probestämme		
Durchmesser 1,3 m vom Boden Centimeter	Anzahl	Kreisfläche □m	Nr.	Stärkestufe Centimeter	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Kreisflächensumme im Einzelnen	Kreisflächensumme im Ganzen	Nr.	mittlere Kreisfläche □m	Durchmesser Cent.
20	8	0,251	I	20	8		0,251				
22	17	0,646		22	17		0,646				
24	88	3,981		24	88		3,981				
26	163	8,654		26	31	144	1,646	6,524	1	$\frac{6,524}{144} = 0,045$	24,0
28	303	18,658	II	von 26	123	123	6,530	6,530	2	$\frac{6,530}{123} = 8,053$	26,0
30	268	18,944	III	„ 26	9		0,478				
32	196	15,762		„ 28	97	106	5,973	6,451	3	$\frac{6,451}{106} = 0,061$	27,8
34	82	7,445	IV	„ 28	105	105	6,466	6,466	4	$\frac{6,466}{105} = 0,062$	28,0
36	74	7,532	V	„ 28	101		6,220				
38	24	2,722		„ 30	4	105	0,283	6,503	5	$\frac{6,503}{105} = 0,062$	28,0
			VI	„ 30	97	92	6,503	6,503	6	$\frac{6,503}{92} = 0,071$	30,0
			VII	„ 30	92	92	6,503	6,503	7	$\frac{6,503}{92} = 0,071$	30,0
			VIII	„ 30	80		5,655				
				„ 32	11	91	0,885	6,540	8	$\frac{6,540}{91} = 0,072$	30,2
			IX	„ 32	81	81	6,514	6,514	9	$\frac{6,514}{81} = 0,080$	32,0
			X	„ 32	81	81	6,514	6,514	10	$\frac{6,514}{81} = 0,080$	32,0
			XI	„ 32	23		1,850				
				„ 34	51	74	4,630	6,480	11	$\frac{6,480}{74} = 0,088$	33,4
			XII	„ 34	31		2,815				
				„ 36	36	67	3,664	6,479	12	$\frac{6,479}{67} = 0,097$	35,2
			XIII	„ 36	38		3,868				
				„ 38	24	62	2,722	6,590	13	$\frac{6,590}{62} = 0,106$	36,6
Sa.	1223	84,595	—	—	—	1223	—	84,597	13		

gemein viel Mühe und Arbeit, durch deren Ersparniß sich gerade das Draudt'sche Verfahren sehr vortheilhaft auszeichnet.

Was wir aber als eine Hauptschattenseite des Hartig'schen Verfahrens, ja geradezu als einen Rückschritt bezeichnen müssen, ist der Umstand, daß dasselbe das gemeinschaftliche Kubiren oder Aufarbeiten des Probeholzes nicht gestattet.

Dadurch nämlich, daß alle Stammgruppen gleiche Kreisflächen $K = K_1 = K_2 \ldots$ haben, die Stammzahlen derselben aber mit wachsender Stammstärke fortwährend abnehmen, werden die mittleren Kreisflächen der Probestämme der einzelnen Gruppen k, k_1, $k_2 \ldots$ immer größer. Hierdurch wird bewirkt, daß die Zähler der Kreisflächenverhältnisse $\frac{K}{k}, \frac{K_1}{k_1} \ldots$ gleichbleiben, die Nenner fortwährend sich vergrößern, die Werthe der Kreisflächenverhältnisse sich vermindern müssen. Da aber eine gemeinschaftliche Behandlung des Probeholzes nur dann statthaft, wenn $\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} \ldots$ ist, diese Bedingung aber bei dem Hartig'schen Verfahren nicht stattfindet, so muß dasselbe auf den großen Vortheil einer derartigen Behandlung des Probeholzes verzichten.

Aus allen diesen Gründen können wir das R. Hartig'sche Verfahren nicht empfehlen, es wird ganz sicher auch keine verständigen Nachahmer in Wissenschaft und Praxis finden.

3. Von der Bestandes-Aufnahme nach Formzahlen.

§. 40.

Bei den im vorigen Paragraphen beschriebenen Verfahrungsarten wurden die drei Grundfaktoren, welche die Masse eines Bestandes bestimmen, thunlichst berücksichtigt. Keiner derselben wurde durch die unsichere Okularschätzung erhoben, die Grundstärke und Höhe vielmehr durch direkte Messung bestimmt, und die Formzahl in der Weise in Rechnung gezogen, daß man eine Anzahl Probestämme fällte, und deren Inhalt, welcher natürlich um so größer ausfallen mußte, je vollholziger die Stämme waren, genau kubisch berechnete oder in konkreten Verkaufsmaßen bestimmte.

In dieser Beziehung läßt sich daher an dem Prinzipe der im §. 39 beschriebenen Methode nichts aussetzen. Die Resultate müssen der Wahrheit um so näher kommen, je regelmäßiger die Bestände sind, und je umfangreicher die Probefällungen angeordnet werden.

Obgleich die berührten Methoden, namentlich das Draudt'sche und Urich'sche Verfahren, sich durch zuverlässige Resultate auszeichnen, je nach Umständen nur geringe Kosten verursachen und verhältnißmäßig auch wenig Zeit erfordern, so versuchte man doch, wenn auch nicht im Interesse der Genauigkeit, diese Verfahren durch den Vorschlag noch weiter abzukürzen, alle Probefällungen ganz einzustellen, nur die Kreisflächen und Höhen des Bestandes durch direkte Messung zu ermitteln, die Formzahl aber einzuschätzen. Ja manche Schriftsteller gingen sogar soweit, zu empfehlen, man solle auch die Höhen nur einschätzen, die Kreisflächensumme aber nach der verwerflichen Lehre von den Abstandszahlen ermitteln, welche von König in die Holzmeßkunst eingeführt, von Preßler aber später nicht zum Gewinn für die Praxis verbessert wurde.

Da die Lehre von den Abstandszahlen hin und wieder noch in Lehrbüchern kursirt, auch bei einigen Forstmännern noch Billigung findet, so halten wir uns verpflichtet, den Anfänger mit den Hauptgrundzügen der Lehre bekannt zu machen. Wenn dies absichtlich nur in einer Anmerkung geschieht, so gehen wir dabei von der Ansicht aus, daß es nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und Praxis Niemanden mehr einfallen kann, die Kreisflächen der Bestände mittelst der Lehre von den Abstandszahlen festzustellen.

Die Abstandszahlen sollen nämlich als allgemeiner Dichtigkeitsmaßstab für die Bestände und als Mittel zur beiläufigen Bestimmung der Kreisflächensumme derselben dienen und ergeben sich aus folgenden einfachen Betrachtungen.

Auf der Fläche F eines Hektars $= 10000\ \square^m$ stehen Z z. B. $= 700$ Stämme, so ist bekanntlich der durchschnittliche Standraum f eines Stammes $= \frac{F}{Z} = \frac{10000}{700} = 14{,}29\ \square^m$. Denkt man sich diesen Standraum als Quadrat, so ist die Standraumseite $s = \sqrt{f} = \sqrt{14{,}29} = 3{,}78^m$. Setzt man den mittleren Durchmesser des Bestandes d (z. B. $= 0{,}3^m$), so wird offenbar der Bestand eine um so größere Kreisfläche haben, je kleiner bei gleichbleibendem mittlerem Durchmesser die Standraumseite s ist. Man nennt nun die auf einen Meter Durchmesser kommende Standraumseite die Abstandszahl a, und findet sie: $a = \frac{s}{d}$ und im vorliegenden Falle $a = \frac{3{,}78}{0{,}3} = 12{,}6^m$, d. h. wenn man sich den durchschnittlichen Bestandesdurchmesser $= 1$ denkt, so ist der mittlere Abstand der Bäume von einander

12,6 mal so groß. Hieraus folgt dann endlich, daß der Theil, welchen die Bestandeskreisfläche von der Bestandesfläche in Anspruch nimmt, d. h. das Stammgrundflächenverhältniß sich ausdrücken läßt durch $\frac{\pi \cdot d^2}{4} : a^2$, oder da hier d=1 gesetzt wird durch: $\frac{\frac{\pi}{4} \cdot 1^2}{a^2} = \frac{\frac{3{,}14159}{4}}{a^2} = \frac{0{,}7854}{a^2}$. Nennt man nun die Kreisflächensumme des Bestandes K, so besteht zur Ermittlung der letzteren offenbar die Proportion $a^2 : 0{,}7854 = F : K$ oder

$$K = \frac{0{,}7854}{a^2} \times F.$$

Für die Bestandesfläche F = 1 Hektar = 10000 □m wäre endlich:

$$K = \frac{0{,}7854}{a^2} \times 10000, \text{ oder für unser Beispiel:}$$

$$K = \frac{0{,}7854}{(12{,}6)^2} \cdot 10000 = 0{,}005 \cdot 10000 = 50 \text{ □m}.$$

König versteht unter der Abstandszahl die auf einen Meter (früher Fuß) Umfangsstärke kommende Standraumseite. Solche Abstandszahlen unterscheiden sich natürlich von den soeben beschriebenen nur darin, daß sie in dem Verhältniß d : π, d. h. 3,1415 .... mal kleiner sind.

Was nun die Anwendung dieser Abstandszahlen für die Ermittlung der Kreisflächensumme eines Bestandes betrifft, so mögen hierzu noch folgende Bemerkungen dienen: Da die Kreisflächensumme des Bestandes aus der Abstandszahl abgeleitet werden soll, so muß diese vor allen Dingen bestimmt werden. Nun aber sind nicht nur die Durchmesser der einzelnen Bäume, sondern auch die Entfernungen derselben von einander oft sehr verschieden, und man wird daher die Abstandszahl nur dann einigermaßen richtig bestimmen können, wenn man sie an verschiedenen Stellen des Bestandes aus verschiedenen Abständen und Durchmessern wiederholt ableitet und aus den verschiedenen Resultaten das arithmetische Mittel nimmt.

Beispiel: Die Entfernung s von einem Stamme zum andern betrage 3,94m, die Durchmesser dieser beiden Stämme seien 0,33 und 0,37m, so ist der mittlere Durchmesser $d = \frac{0{,}33 \times 0{,}37}{2} = \frac{0{,}70}{2} = 0{,}35$, daher Abstandszahl $a = \frac{3{,}94}{0{,}35} = 11{,}3$ m. Ebenso betrage die Entfernung zwischen zwei andern Stämmen 3,72m und die zugehörigen Durchmesser seien 0,27 und 0,35m, so ist der mittlere Durchmesser $\frac{0{,}27 + 0{,}35}{2} = \frac{0{,}62}{2} = 0{,}31$ und die Abstandszahl $= \frac{3{,}72}{0{,}31} = 12{,}0$ m; daher die mittlere Abstandszahl $\frac{11{,}3 + 12{,}0}{2}$ $= \frac{23{,}3}{2} = 11{,}6$ m und die Kreisflächensumme pro Hektar $= \frac{0{,}7854}{a^2} \times 10000$ $= \frac{0{,}7854}{(11{,}6)^2} \cdot 10000 = 0{,}0058 \cdot 10000 = 58$ □m.

Nach König müßten die Abstandszahlen ebenfalls aus dem Abstande der zwei betreffenden Stämme und den zugehörigen mittleren Umfängen ermittelt werden, und würde man dann natürlich 3,14... mal kleinere Abstandszahlen erhalten.

Wie man sieht, hängt die Richtigkeit der Resultate nur von der richtigen Bemessung der **Abstandszahl** ab, und da sich diese aus der mittleren Entfernung der Stämme des Bestandes von einander dividirt durch das arithmetische Mittel der Durchmesser oder Umfangsstärken (in Meter ausgedrückt) derjenigen beiden Stämme ergibt, zwischen welchen die Entfernung gemessen wurde, so kommt alles darauf an, die mittlere Entfernung der Bäume von einander richtig anzusprechen.

Da aber die meisten Entfernungen, namentlich in haubaren und fast haubaren Beständen, selbst wenn sie aus regelmäßigem Verbande entstanden sind, von einander abweichen, auch die Durchmesser resp. Umfänge selten in demselben Verhältnisse wie die Standseiten abnehmen, so folgt hieraus die Ungenauigkeit der Verfahrungsweise von selbst, sie wächst aber natürlich noch in dem Maße, als die Bestandesunregelmäßigkeiten größer werden.

Aus diesem Grunde reicht man auch nie mit einer einmaligen Messung des mittleren Abstandes der Stämme und der ihnen zugehörigen Umfänge aus, sondern man muß 4, 5 bis 6 Messungen machen, und aus diesen 4, 5 oder 6 ermittelten Abstandszahlen das arithmetische Mittel nehmen. Trotzdem erhält man bei großen Opfern an Zeit keine zuverlässigen Resultate.

Ueber die König'schen (Umfangs-) Abstandszahlen haben wir schon 1859 eine Reihe von Versuchen angestellt, welche hier im Auszug folgen sollen:*) Die Kreisflächensumme eines östr. Joches ergab sich nach der aus fünf Durchschnitten genommenen Abstandszahl = 161,28 □', die Arbeiten erforderten einen Zeitaufwand von 28 Minuten. Dasselbe Joch wurde nachher stammweise mit der Kluppe aufgenommen und es zeigten die vorhandenen 228 Stämme pro Joch eine Kreisflächensumme von 139 □'. Setzt man dieses Resultat, welches in 27 Minuten erzielt wurde, gleich der Wahrheit, daher den Fehler desselben = o, so ergibt das König'sche Verfahren einen Fehler von 16 %.

In einem zweiten Probejoch stellte sich durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme von 286 Stämmen in 32 Minuten = 179,9 □' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden jedoch in 24 Minuten 239 □' gefunden, es ergab sich bei letzteren daher ein Fehler von 33 %.

In einem dritten Probejoch stellte sich durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme von 329 Stämmen in 31 Minuten = 172,6 □' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden in 32 Minuten 236,2 □' Kreisfläche gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 36%.

In einem vierten Probejoch stellte sich durch summarische Aufnahme

*) Vergleiche Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1859.

der Kreisflächensumme von 240 Stämmen in 25 Minuten = 149,4 □' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden in 23 Minuten 198,7 □' Kreisfläche gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 33%.

In einem 3,3 Joch großen Bestande stellte sich durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme von 629 Stämmen in 65 Minuten = 399,7 □' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden in 33 Minuten 351,6 □' gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 12 %.

Bei allen Versuchen ergab sich ein durchschnittlicher Zeitaufwand bei der stammweisen Aufnahme von 29 Minuten und nach König's Abstandszahlen von 28 Minuten, dagegen zeigte der beste Versuch nach König noch einen Fehler von 12 %, der schlechteste von 36 %.

Nach solchen Resultaten kann man in der That nicht begreifen, wie man König's Abstandszahlen, als Mittel, die Stammkreisflächensumme eines Bestandes zu finden, immer noch empfehlen kann, da unter Benutzung der richtigen Hilfsmittel durch stammweise Aufnahme der Zweck **in derselben Zeit** vollständig erreicht wird, während die Resultate König's immer schwankend sind. Man kommt sogar bei der stammweisen Aufnahme noch in weit kürzerer Zeit als nach der Abstandszahlentheorie zum Ziele, wenn man statt eine 1 Joch große Probefläche, wie oben geschehen, auszuwählen, die Kreisflächensumme nur in ½ oder ¼ Joch großen Probeflächen ermittelt; denn die stammweise Aufnahme mit der Kluppe erfordert die meiste Zeit (durchschnittlich 10 Stämme in der Minute und 600 Stämme in der Stunde), ist diese einmal vorüber, so ist die Berechnung in 5 Minuten beendigt.

Die großen Schwankungen in den Resultaten bei Anwendung der König'schen Abstandszahlen, so wie der mit dem Gebrauch derselben verbundene unverhältnißmäßig große Zeitaufwand, mochten auch Preßler veranlaßt haben, bei Herausgabe seiner „neuen holzwirthschaftlichen Tafeln" die König'schen Abstandszahlen umzugestalten. Diese Abänderung bestand darin, daß Preßler, wie bemerkt, an Stelle des Umfangs den Durchmesser setzte, dann aber die Abstandszahl nicht durch direkte Messungen von Stamm zu Stamm, sondern mittelst einer kleinen Probefläche der darauf befindlichen Stammzahl und dem mittleren Durchmesser dieser Stämme, ganz in der am Eingange gezeigten Weise, ableitete.

Man erhält nun auch wirklich mit Preßler's sogenannten verbesserten Abstandszahlen weit genauere Resultate, aber man erreicht denselben Zweck auch hier auf anderem Wege und **ohne** Abstandszahlen weit rascher, weil hier Preßler merkwürdiger Weise übersehen hat, daß, wenn der mittlere Durchmesser und die Stammzahl einer Probefläche bekannt sind, damit auch ohne weitere Zwischenrechnungen die Kreisflächensumme gegeben ist. Es muß daher auch Preßler's neuen Abstandszahlen, als Mittel die Stammkreisflächensumme eines Bestandes zu finden, jeder

praktische Werth abgesprochen werden*). Höchstens als allgemeinsten Begriff für die Dichtigkeit der Bestände kann man den Abstandszahlen noch ein Plätzchen in der Forstwissenschaft einräumen.

Nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft führt darum nur die stammweise Kluppirung kurz und sicher zur Kreisflächensumme der Bestände. Je nach dem beabsichtigten Grad der Genauigkeit oder dem Schlusse des Bestandes wähle man die Probefläche größer oder kleiner, oder kluppire selbst die ganzen Bestände. Vor allen Dingen muß man sich auch vor dem Wahne zu befreien suchen, als käme es bei Arbeiten, welche dauernden Werth haben sollen, auf einige Minuten Zeit mehr oder weniger an. Da die Bestimmung der Kreisflächensumme eines Bestandes jedenfalls einen Waldbesuch erfordert, so ist es denn doch ganz einerlei, ob das Geschäft 1/4 oder selbst 1/2 Stunde länger dauert oder nicht. Es steht ganz sicher zu erwarten, daß die Lehre von den Abstandszahlen bald und allgemein bei allen Arbeiten der Art außer Kurs gesetzt werden wird. Sie gehört zu den Antiquitäten der Bestandesschätzung.

Kehren wir nach diesen Bemerkungen wieder zu unserem eigentlichen Gegenstande zurück.

Schätzt man nur die Formzahlen nach dem Augenmaße ein, dann stehen die Resultate, ziemlich regelmäßige Bestände vorausgesetzt, wohl immer über der rohen Okularschätzung (§. 35 und 36), jedenfalls aber weit unter den Verfahren (§. 39), bei welchen Probestämme gefällt und direkt berechnet werden; dehnt man die Schätzung (nicht Messung) aber auch noch über die Scheitelhöhe aus und bestimmt die Kreisflächensumme wohl gar nach der Lehre von den Abstandszahlen, dann glauben wir sogar noch der rohen Okularschätzung den Vorzug geben zu müssen.

Die bis jetzt bekannt gewordenen Formzahlmethoden lassen sich auf zwei grundsätzlich verschiedene zurückführen, wovon die erste und älteste die Formzahlen nur einschätzt, die andere 1857 von Professor Breymann in Mariabrunn aufgestellte Methode die Schaftformzahlen durch direkte Messung an stehenden Bäumen zu ermitteln sucht. Hiernach unterscheiden wir:

---

*) Vergleiche in dieser Beziehung auch unsern Artikel: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1860, Seite 101—105.

A. Die Bestandes-Aufnahme durch Einschätzen der Formzahlen.

Der Werth dieser Methode ist ein anderer, je nachdem man:

a) Die Kreisflächensumme des Bestandes nach der Lehre von den Abstandszahlen ermittelt, oder

b) mittelst stammweiser Aufnahme durch die Kluppe bestimmt.

ad a. In diesem Falle sind bei Anwendung der König'schen Abstandszahlen nur bei der Ermittlung des einzigen Faktors, der Kreisflächensumme des Bestandes schon Fehler von 30 und mehr Prozent möglich, es dürfte daher nach dem jetzigen Standpunkt der Bestandesschätzung der Ausspruch „verwerflich" schon mehr als begründet sein. Die Abstandszahl lehrt uns ferner die Kreisflächensumme sämmtlicher Bäume nur im Ganzen finden, von der Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen oder Stärkeklassen, sowie von den ihnen zugehörigen Stammzahlen, muß man bei denselben ganz absehen. Bedenkt man aber die häufig vorkommenden großen Unterschiede zwischen den Höhen der einzelnen Bäume und zwischen den größten und kleinsten Formzahlen eines Bestandes, so müssen sich bei diesem Verfahren noch weitere Unrichtigkeiten deßhalb ergeben, weil man hier nicht, wie bei der stammweisen Auszählung im Stande ist, die Höhen und Formzahlen durch Bildung besonderer Stärke- und Höheklassen in engere Grenzen einzuschließen. Es bleibt daher kein anderer Ausweg, als die dem ganzen Bestand angehörige mittlere Formzahl f nach Gutdünken einzuschätzen, und es wird sich die Masse des Bestandes M, wenn auch sehr unsicher, ergeben, wenn man diese Formzahl f mit der nach der Abstandszahl ermittelten Kreisflächensumme G und mit der geschätzten oder gemessenen mittleren Höhe H des Bestandes multiplicirt. Es ist nämlich:

$$M = H \,.\, f \,.\, G.$$

Wenn wir auch zugeben wollen, daß mit Hilfe eines guten Höhenmessers die mittlere Höhe des Bestandes mit genügender Schärfe bestimmt werden kann, so sind doch in der Ermittlung der beiden wichtigen Faktoren G und f so große Schwankungen möglich, daß es schwer einzusehen ist, wie Einzelne eine so rohe Methode immer wieder empfehlen mögen. Ein wahrer Praktiker wird daher, im Falle er ein über der Okular-

schätzung stehendes Resultat wünscht, nie von diesem Verfahren Gebrauch machen.

ad b. Wird die Kreisflächensumme des Bestandes mittelst stammweiser Aufnahme durch die Kluppe bestimmt, so gestalten sich die Resultate zwar günstiger, das Schätzungsverfahren darf aber immer noch kein vollkommenes genannt werden.

Man erhält zwar in diesem Falle die Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen und des ganzen Bestandes richtig, kann auch, im Falle es für zweckmäßig erkannt wird, mit Hilfe von Baumhöhenmessern für jede einzelne Stärkeklasse die mittlere Baumhöhe mit genügender Sicherheit bestimmen, selbst die Formzahlen hierdurch in etwas engere Grenzen einengen; immerhin muß aber letztere noch nach Gutdünken eingeschätzt werden und es ist klar, daß gerade hierbei noch größere Fehler begangen werden können, namentlich dann, wenn der Bestand, wie dies häufig der Fall ist, nicht zu den regelmäßigsten gehört, und der Taxator im Ansprechen der Formzahlen nicht die erforderliche Uebung und Erfahrung besitzt.

Man bedenke nur, daß z. B. die Baumformzahlen der Eiche zwischen 0,44 und 0,98 liegen können. Nimmt man nun auch zwischen diesen beiden Extremen noch 5 Formklassen an, setzt selbst den günstigen Fall, der Taxator habe das Glück, die Formklasse richtig anzusprechen, so ist immerhin die zwischen zwei Formklassen liegende Differenz der Formzahlen noch eine beträchtliche. Wo ist aber der Forstmann, der im Stande wäre, die mittlere Formzahl eines Baumes, einer Stärkeklasse oder eines ganzen Bestandes unter allen Umständen bis auf eine Formklasse genau anzusprechen? Selbst wenn man zur Charakteristik der einzelnen Formklassen Preßler's einfache Bezeichnungsart (Junghölzer, Mittelhölzer, Althölzer u. s. w.) wählt, können in einem gleichalterigen und fast gleichhohen Bestand, welche nach Preßler gleiche Formzahlen haben sollen, unter Umständen fast alle Formklassen vertreten sein. Wir fanden z. B. in einem etwa 105jährigen Kieferbestande die Schaftformzahlen zwischen 0,41 und 0,52 liegend.

Allerdings sind auch die z. B. von Preßler mitgetheilten Formzahlen „Durchschnittsformzahlen," d. h. Zahlen, welche aus Durchschnitten der Formzahlen gleich- oder fast gleichalter Bestände hervorgegangen sind. Da sich aber die Preßler'schen echten Formzahlen vorzugweise auf die Annahme gründen: „gleich alte und unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsene Bestände haben, gleiche Holzarten vorausgesetzt, auch gleiche Formen, ganz abgesehen, ob sie niedrig oder hoch sind;" so bleibt immerhin diese Hypothese, wie wir an dem oben angeführten Beispiele gesehen haben, noch sehr dehnbar und es fragt sich daher, ob die in Preßler's Tafeln z. B. für „Altholz"

stehenden Formzahlen auch diejenigen des gerade vorliegenden Bestandes sind. Neben den praktischen Unbequemlichkeiten ist an den Preßler'schen Formzahlen daher noch das auszustellen, daß sie die Durchschnitte in sich all zu weit auseinandergehender Baumformen enthalten; ein Nachtheil, der bei den nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln konstruirten Formzahlen deßhalb hinwegfällt, weil letztere, von dem Grundsatze ausgehend, „Bäume gleicher Holzart, nahezu gleichen Alters, gleicher Stärke und Höhe haben unter mittleren Schlußverhältnissen gleiche Formzahlen", die Baumformen begreiflicher Weise in engere Grenzen einschließen, die Durchschnittszahlen daher auch auf spezielle Bestände angewendet, richtiger sein müssen. Wir kommen auf diesen Gegenstand §. 41 A. näher zurück.

Wir wollen durchaus nicht in Abrede stellen, daß Leute, welche z. B. wie Herr Preßler, sich schon viele Jahre hindurch anhaltend mit der Untersuchung der Baumformen beschäftigt haben, zuletzt in diesem Fache eine größere Fertigkeit erlangen können, auf der andern Seite vergesse man aber nicht, wie ungeübt ein großer Theil unseres ausübenden Forstpersonals in solchen Arbeiten ist. Ein Theil kommt vielleicht nur alle 10—20 Jahre, ein anderer nur einmal in die Lage, eine Forsttaxation machen zu müssen. Sollte daher in einem solchen Falle der ausübende Beamte erst wieder neue Studien über Baumformen machen, und um sein Schätzerauge zu üben, gar Bäume fällen müssen, so benützt er diese doch lieber gleich als Probebäume unter Einhaltung der in §. 39 beschriebenen Verfahren.

Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, können wir daher auch die Forstdirektionen nur loben, welche bei ihrem Forstpersonal solche Schätzungsverfahren einführen, die sich leicht in die Form einer engbegrenzten Instruktion fassen lassen, dabei der Spekulation und der Willkür nicht zu weiten Spielraum geben und sich auch, wie dies die Ordnung schon mit sich bringt, leicht prüfen lassen.

Leider besaßen wir seither noch gar keine allgemein anwendbaren Formzahlen, was selbst die größten Anhänger derselben nicht leugnen. Die von älteren Schriftstellern veröffentlichten Formzahlen oder richtiger Reduktionszahlen besitzen aus den bereits entwickelten Gründen keine übereinstimmende Grundlage, sind daher durch manche Ungenauigkeiten verunreinigt, überdies scheint man bei ihrer Berechnung allem Anscheine nach von dem immer nur mäßig zu gestattenden Rechte der Interpolation auf eine leider nur zu freisinnige Weise Gebrauch gemacht zu haben.

Die echten Formzahlen, welche sich auf ein $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe beziehen und wie die Brusthöhenformzahlen noch einer weiteren Vervollkommnung bedürfen, bieten aber der Praxis der Bestandesschätzung namentlich dann fast unüberwindliche Schwierigkeiten, wenn der Bestand starke Höhendifferenzen in bunter Untermischung

zeigt, oder wenn derselbe nur eine geringe oder sehr große Höhe besitzt.

Preßler selbst sind diese Schwierigkeiten keineswegs entgangen, sonst hätte er dieselben nicht nach und nach durch drei verschiedene Vorschläge zu beseitigen sich bemüht. Das erste Mittel findet sich Seite 25 des Tharander Jahrbuches von 1853; wir haben dasselbe als ungenügend erwiesen*). Ein zweites Mittel (nach Aufgebung des ersten) findet sich Seite 194 der Preßler'schen holzwirthschaftlichen Tafeln von 1857; die Mangelhaftigkeit desselben wurde von R. Micklitz**) und uns***) ebenfalls dargethan.

Ein drittes Mittel, zur Entkräftung der gegen die echten Formzahlen in Bezug auf Bestandesschätzung vorgebrachten Einwände, schlug Preßler zuerst im II. Band, 2. Heft der Supplemente zur Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung von 1860, Seite 45 u. f. vor. Von diesem dritten Mittel glauben wir den unumstößlichen Beweis geliefert zu haben†), daß Preßler durch dasselbe einfach wieder zu den von ihm verachteten Brusthöhenformzahlen übergegangen ist und nothwendig mit seinen echten Formzahlen, aber auf Umwegen, zu denselben Resultaten gelangen muß, als bei Anwendung von Brusthöhenformzahlen.

Da der Gegenstand zur Beurtheilung des Werthes der echten Formzahlen für Bestandesschätzungen wichtig genug ist, so wollen wir den Hauptinhalt unserer damaligen Beweisführung hier folgen lassen; Preßler sagte an genanntem Orte: „Kluppire (wie früher) in Brusthöhe und korrigire (um meine auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechneten Formzahlen gebrauchen zu können) die aus Scheitelhöhe und Formzahl sich ergebende Walzenhöhe (Formhöhe) um folgendes:

Z. B. für Preußen und Oesterreich, wo die Brusthöhe 4′ bedeutet:

bei der Scheitelhöhe	Wenn die Schaftbildung (im allgemeinen Sinne) abformig	mittelformig	vollformig
Fuß	Korrektion in Fußen		
40 . . .	+ 2,5	2,3	+ 2,1
50 . . .	+ 1,9	1,8	+ 1,6
60 . . .	+ 1,3	+ 1,2	+ 1,1
70 . . .	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5
80 . . .	0	0	0
90 . . .	— 0,6	— 0,6	— 0,5
100 . . .	— 1,3	— 1,2	— 1,1
110 . . .	— 1,9	— 1,8	— 1,6
120 . . .	— 2,2	— 2,3	— 1,8

*) Vergl. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung Seite 445 von 1860.

**) Vergl. Baur's Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1860.

***) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1860, Seite 456.

†) Vergleiche Allgem. Forst- und Jagdzeitung, 1865, Seite 54 u. f.

Die ersten Korrektionsfaktoren waren, worauf wir 1860 schon hinwiesen*), offenbar zu klein. Preßler vermehrte sie daher auch schon 1861 auf etwa das Doppelte**), wie sie in vorstehender Uebersicht im Auszug enthalten sind.

Wir wollen nun beweisen, daß man mittelst Einführung obiger Korrektionen in die Normalformzahlen, letztere in Brusthöhenformzahlen umwandelt, und deßhalb natürlich auch die gleichen Resultate wie mit diesen, nur auf Umwegen, erlangen muß. Dadurch nämlich, daß man die dem Durchmesser in Brusthöhe entsprechende Gehaltshöhe um den Betrag des entsprechenden Reduktionsfaktors vermehrt oder vermindert, vermehrt oder vermindert man die dem Baume entsprechende Formzahl genau um so viel, als nöthig ist, um auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechnete Formzahlen in Brusthöhenformzahlen überzuführen.

Beweis: Bezeichnet man die Scheitelhöhe mit H, die Brusthöhenformzahl mit f, die zugehörige Gehaltshöhe mit h, ferner die auf $\frac{H}{20}$ berechnete Formzahl mit f', die zugehörige Gehaltshöhe mit h' und endlich die Grundfläche im Meßpunkt mit g, so ergibt sich der Inhalt k des Baumes, wenn man die Korrektion an der Gehaltshöhe h' mit m bezeichnet:

1. nach der Brusthöhenformzahl $k = g \,.\, H \,.\, f$ und
2. nach echten Formzahlen in Verbindung mit der Korrektionstabelle: $k = g \,.\, H \,.\, f' \pm g \,.\, m$.

Da in beiden Fällen der Bauminhalt derselbe sein muß, so ist auch: $g \,.\, H \,.\, f = g \,.\, H \,.\, f' \pm g \,.\, m = g\,(H \,.\, f' \pm m)$, daraus

$$f = \frac{g\,(H \,.\, f' \pm m)}{g \,.\, H} = \frac{H \,.\, f' \pm m}{H} = \frac{h' \pm m}{H};$$

d. h. die echten Formzahlen (f') werden mit Hilfe der Korrektionstabelle einfach in Brusthöhenformzahlen (f) übergeführt, wenn man nur zu der der echten Formzahl (f') entsprechenden Gehaltshöhe (h') den Betrag der Korrektion (m) addirt oder subtrahirt und diesen Betrag durch die Scheitelhöhe (H) dividirt.

Beispiel: Die auf $\frac{H}{20}$ berechnete Baumformzahl einer mittelförmigen, bei 4' preuß. über der Erde 12" starken Kiefer habe nach Preßler die Formzahl $f' = 0{,}54$, die Scheitelhöhe H sei 60', die Korrektion nach vorstehender Tafel $m = 1{,}2'$, so ist:

$h' = 60 \,.\, 0{,}54 = 32{,}4$, mithin die Brusthöhenformzahl:

$$f = \frac{h' + m}{H} = \frac{32{,}4 + 1{,}2}{60} = 0{,}56.$$

*) Vergl. Novemberheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1860.

**) Vergl. Aprilheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1861.

Der Inhalt des Baumes ist daher:

1. nach der Brusthöhenformzahl $= g \cdot H \cdot f = 0{,}79 \cdot 60 \cdot 0{,}56 = 26{,}544$ c';
2. nach dem Korrektionsverfahren $= g \cdot H \cdot f' + g \cdot m = g\,(H \cdot f' + m) =$
$= 0{,}79\,(60 \cdot 0{,}54 + 1{,}2) = 0{,}79 \times 33{,}6 = 26{,}544$ c'.

Beide Resultate stimmen daher ganz genau überein.

Es geht nun aus vorstehenden Betrachtungen schlagend hervor, daß die Brusthöhenformzahlen in Bezug auf Bestandesschätzung viel einfacher als die echten Formzahlen sind, denn bei ersteren bedarf man nur **einer** Formzahltabelle für verschiedene Formklassen und Scheitelhöhen, während man bei den **Preßler**'schen Formzahlen eine Formzahltabelle **und** eine nach Formklassen und Scheitelhöhen abgestufte Korrektionstabelle nothwendig hat. Die von Preßler als einseitig, pedantisch, unsystematisch, unpraktisch, abnorm u. s. w. hingestellten Brusthöhenformzahlen wären somit wieder zu Ehren gekommen und in ihre alten Rechte wieder eingesetzt.

Hinsichtlich des bei Bestandesschätzungen nach Formzahlen einzuhaltenden Verfahrens selbst wäre Folgendes zu bemerken: Da man von den Formzahlen hier nur in der Absicht Gebrauch macht, die Probefällungen zu umgehen, so weicht das Verfahren von demjenigen in §. 39 auch nur in dieser Beziehung ab, und es kann die Rechnung, ähnlich wie dort, auch hier auf zwei verschiedene Weisen durchgeführt werden. Nämlich

1. Man ermittelt durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme des Bestandes, dividirt diese durch die Stammzahl und findet so die Kreisfläche des mittleren Modellstammes, zu welchem man mit Hilfe eines Höhenmessers die mittlere Scheitelhöhe sucht und die mittlere Formzahl nach Gutdünken einschätzt. Setzt man daher die Masse des Bestandes $= M$, die Kreisfläche des mittleren Modellstammes $= g$, die mittlere Scheitelhöhe $= H$, die Formzahl $= f$ und die Stammzahl $= a$, so ist offenbar der Inhalt des mittleren Modellstammes $= g \cdot H \cdot f$, mithin der Inhalt des Bestandes:

$$M = g \cdot H \cdot f \cdot a.$$

Da aber $g \cdot a =$ der Kreisflächensumme des ganzen Bestandes $= G$ ist, so kann man auch setzen:

$$M = G \cdot H \cdot f.$$

Kommen verschiedene Holzarten in einem und demselben Bestande vor, so muß die Rechnung für jede derselben besonders durchgeführt werden.

Beispiel: Wäre die Holzmasse der 1223 Buchen in Muster 1 zu ermitteln, und man habe die Kreisflächensumme derselben

84,709 □m, mithin die Kreisfläche des Mittelstandes $\frac{84,709}{1223}$ = 0,069□m gefunden, so ergibt sich, wenn die durchschnittliche Bestandeshöhe 30m und die Formzahl 0,56 angesprochen wurde:

$M = g \cdot H \cdot f \cdot a = 0,069 \times 30 \times 0,56 \times 1223 = 1417,5$ Festmeter; oder was dasselbe ist:

$M = G \cdot H \cdot f = 84,709 \times 30 \times 0,56 = 1423,1$ Festmeter.*)

2. Man sucht die Kreisflächensumme in jeder Stärkeklasse, dividirt erstere mit der zu ihr gehörigen Stammzahl und erhält in dem Quotienten die Kreisfläche des mittleren Modellstammes. Ermittelt man ferner auch für jede Stärkeklasse die mittlere Bestandeshöhe und Formzahl, und multiplicirt schließlich die Stammzahl jeder Klasse mit den ihr zugehörigen Faktoren, so ergibt sich in der Summe dieser einzelnen Produkte der Kubikinhalt des Bestandes.

Angenommen, man habe in einem Bestande drei Stärkeklassen gebildet, und es sei die Kreisfläche des mittleren Modellstammes

der I. Kl. = g; die Höhe = H; die Formzahl = f u. die Stammzahl = a;
„ II. „ = g_1; „ „ = H_1; „ „ = f_1; „ „ „ = a_1;
„ III. „ = g_2; „ „ = H_2; „ „ = f_2; „ „ „ = a_2;

so ist die Gesammtmasse des ganzen Bestandes:

$$M = G \cdot H \cdot f \cdot a + g_1 \cdot H_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot H_2 \cdot f_2 \cdot a_2.$$

Beispiel: Man habe für die Buchen in Muster 1 g = 0,049□m; g_1 = 0,069□m; g_2 = 0,098□m; H = 29 m; H_1 = 30 m und H_2 = 31 m; ferner f = 0,57; f_1 = 0,56 und f_2 = 0,55: endlich a = 276; a_1 = 767 und a_2 = 180 gefunden, so ist nach letzter Formel:

$M = 0,049 \cdot 29 \cdot 0,57 \cdot 276 + 0,069 \cdot 30 \cdot 0,56 \cdot 767 + 0,098 \cdot 31 \cdot 0,55 \cdot 180 = 123,55 + 889,11 + 300,76 = 1313,42$ Festmeter.

Zu demselben Resultate würde man gelangen, wenn man die Kreisflächensumme jeder Stärkeklasse (G, G_1 und G_2) mit der ihr zugehörigen mittleren Höhe und Formzahl multiplicirte, denn es ist $g \cdot a = G$; $g_1 \cdot a_1 = G_1$; und $g_2 \cdot a_2 = G_2$. Obige Formel verwandelt sich dann in:

$$M = G \cdot H \cdot f + G_1 \cdot H_1 \cdot f_1 + G_2 \cdot H_2 \cdot f_2.$$

*) Die geringe Differenz liegt in der Vernachläßigung der vierten Decimale im ersten Falle.

Ehe wir dieses Verfahren verlassen, berühren wir noch eine ganz eigenthümliche Art der Anwendung von Formzahlen, wie sie schon wiederholt andern Orts empfohlen wurde. Das Verfahren stützt sich wahrscheinlich auf die Erfahrung, daß die Formzahlen nur dann die nöthige Sicherheit gewähren, wenn man sie in dem Bestande, dessen Masse erhoben werden soll, selbst berechnet. Man machte daher den Vorschlag, in dem Bestande einige mittlere Modellstämme zu fällen, deren Inhalt zu ermitteln, die Scheitelhöhen und Grundflächen (in Brusthöhe) zu messen und aus diesen Ergebnissen die Formzahlen zu berechnen, letztere zu addiren, die Summe durch die Anzahl der Modellstämme zu dividiren und den erhaltenen Quotienten als richtige Formzahl in Rechnung zu nehmen; übersah aber hierbei, daß man dann weit rascher zu demselben Resultat gelangt, wenn man den mittleren Inhalt der Modellstämme kurzer Hand mit der Stammzahl multiplicirt.

B. Professor Breymann's Bestandesschätzungs-Verfahren.

Professor Breymann führte durch sein Schriftchen: „Anleitung zur Aufnahme der Holzmasse und Bestimmung der Formzahlen u. s. w., Wien 1857" ein forstliches Universalinstrument in die Oeffentlichkeit ein, was geeignet sein soll, die Durchmesser stehender Bäume in jeder beliebigen Höhe bis auf $^1/_{10}$ Zoll genau zu messen und durch welches er das Mittel gefunden zu haben glaubte, den Kubikinhalt stehender Bäume so genau bestimmen zu können, als wenn dieselben gefällt würden. Er wendet daher dieses Instrument zur Bestimmung der Formzahlen stehender Bäume an, und schmeichelt sich, daß dasselbe bei allen Taxatoren die günstigste Aufnahme finden und nicht wenig zur Vereinfachung und Erhöhung der Sicherheit in der Massenermittlung der Bestände beitragen werde, was er etwa in folgender Weise zu begründen bemüht ist:

Wird die Holzmasse eines Bestandes M, die Stammkreisflächensumme desselben G, die mittlere Höhe H und die mittlere Formzahl f gesetzt, so ist:

$$M = G \,.\, H \,.\, f.$$

Wählt man dagegen in dem Bestande von n Stämmen einen mittleren Modellstamm aus, dessen Grundfläche g ist, so hat man auch:

$$M = n \,.\, g \,.\, H \,.\, f.$$

Drückt man ferner die Grundfläche g durch den in Metern oder Bruchtheilen desselben gemessenen Durchmesser d, d. h. durch $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$ aus, so ist auch:

$$M = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H \cdot f = 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n.$$

Bezeichnet man neben der Masse M des zu untersuchenden Bestandes dessen Fläche durch P, die Flächeneinheit — das Hektar durch $p = 10000 \square^m$, und die auf einem Hektar dieses Bestandes stehende Holzmasse durch m, so besteht die Proportion:

$$M : m = P : p \text{ oder } M = \frac{m \cdot P}{p}.$$

Wird dieser Werth in letzte Gleichung substituirt, so ist:

$$\frac{m \cdot P}{p} = 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \text{ oder}$$

$$m = \frac{0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \cdot p}{P} = \frac{0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \cdot 10000}{P}$$

$$= \frac{7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P},$$ in welcher Formel m die in Festmetern ausgedrückte Holzmasse pro Hektar bedeutet.*)

Hätte man z. B. auf einer Probefläche P = 2500, n = 150 Stämme, von einem mittleren Durchmesser d = 0,3 m, einer mittleren Höhe H = 30 m und einer Formzahl f = 0,50 gefunden, so wäre die Holzmasse m pro Hektar:

$$m = \frac{7854 \cdot (0{,}3)^2 \cdot 30 \cdot 0{,}50 \cdot 150}{2500} = 636{,}17 \text{ Festmeter.}$$

Gegen die mathematische Richtigkeit dieser Formel läßt sich zwar nichts einwenden, sie ist jedoch in der Praxis nur in den Fällen anwendbar, wo die Höhen und Formzahlen bei Veränderung der Stammstärken als eine Funktion der letzteren betrachtet werden können. In allen andern Fällen muß obige Formel natürlich für jede Stärke- und Höhenklasse besonders angewendet werden.

In der Gleichung $m = \frac{7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P}$ können die Fak-

*) Die Breymann'sche Formel, welche sich auf österreichisches Maß und das Joch bezieht, lautet: $m = \frac{8{,}7264 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P}$, wir haben dieselbe hier auf Metermaß umgerechnet.

toren d, H und n auch an stehenden Bäumen ohne Mühe genau genug erhoben werden, nur zur genauen Bestimmung der Formzahl f mußten seither einzelne mittlere Modellstämme gefällt werden.

Da nun Breymann der Ansicht ist, daß die stammweise Auszählung der Stämme, mittelst nachfolgender Auswahl, Fällung und Kubirung von mittleren Modellstämmen (§. 39), zwar die genauesten Resultate liefere, aber andererseits sehr zeitraubend, oft auch darum unausführbar sei, weil es nicht immer in der Gewalt des Taxators stehe, die ausgewählten Probestämme fällen zu lassen, so bringt er, um diesen Mißstand zu beseitigen, die Ermittlung der Formzahlen an stehenden Bäumen mittelst Anwendung seines Universalinstruments in Vorschlag.

Mit der Ansicht, daß die §. 39 beschriebenen Methoden der stammweisen Auszählung zu zeitraubend und dann unausführbar seien, wenn der Taxator keine Probestämme fällen dürfe, sind wir nicht einverstanden. Beabsichtigt man zuverlässige Resultate, alsdann kann die stammweise Auszählung einer Probefläche oder unter Umständen des Bestandes gar nicht umgangen werden. Mit der Aufnahme der Fläche durch die Kluppe, die aber gar nicht so umständlich ist, wie man oft irrthümlich voraussetzt, ist aber der zeitraubendste und kostspieligste Theil der Arbeit gethan, und auch Breymann's Methode kann dieselbe nicht umgehen, wenn sie nur einige Verläßlichkeit bieten soll.

Noch weniger sind wir mit Breymann's Vorschlag einverstanden: „wem es nur um eine annähernde Genauigkeit zu thun sei, der könne die Mittelstämme, an welchen die Formzahlen stehend ermittelt werden sollen, auch nach dem bloßen Augenmaß auswählen. Wer sich einmal in so freisinniger Weise ausspricht, den würde man gewiß nicht praktisch nennen, wenn er dann noch mit Hülfe eines weit über 100 fl. kostenden Instrumentes mit Mühe und Umständlichkeit die Durchmesser an mehreren ausgewählten Probestämmen in verschiedenen Höhen im Stande zu ermitteln trachten wollte, um aus denselben die wahre Formzahl des Bestandes abzuleiten. Wir dächten, alsdann verdienten denn doch ältere, erprobte Methoden den Vorzug. Breymann's Verfahren kann daher die stammweise Aufnahme nicht umgehen, sie besitzt daher auch in dieser Beziehung keinen Vorzug vor den §. 39 beschriebenen Methoden.

Es fragt sich weiter, ob überhaupt bei den wirthschaftlichen Zwecken der Bestandesschätzung Grund vorhanden ist, die mittlere Formzahl der Bestände an stehenden Bäumen zu ermitteln? Nach unserer unmaßgeblichen Ansicht dürfte diese Frage in der Regel zu verneinen sein, weil andere Methoden rascher zum Ziele führen. Haben wir hierin recht, so liegt darin zugleich die Entbehrlichkeit des Verfahrens für die Praxis.

Wir glauben nämlich, daß, in allen Fällen, wo man von

Massentafeln keinen Gebrauch machen will oder kann, man aber dennoch ein gutes Resultat wünscht, es immer in der Gewalt des Taxators liegen muß, Probefällungen vorzunehmen. Bei sorgfältiger Auswahl der Probestämme kann hiedurch im Bestande weder eine gefährliche Lücke, noch ein in Anschlag zu bringender Zuwachsverlust stattfinden, um so mehr nicht, als man jetzt fast allgemein der Ansicht huldigt, daß es für Zwecke der Waldertragsregelung hinreichend sei, nur die Holzmasse der der I. (haubaren) Periode zugetheilten Bestände speciell aufzunehmen. In jüngeren, geschlosseneren Beständen würde aber eben so wenig Schaden zu befürchten sein, weil bis zum Haubarkeitsalter, von jetzt prädominirenden Stämmen, doch noch eine Menge ausgehauen werden müssen.

Hiergegen wird auch wohl kein wirklicher Praktiker etwas einzuwenden haben, wohl aber vielleicht dagegen, daß die Probefällungen zu viel Zeit und Kosten beanspruchen. Auf vielseitige Erfahrung gestützt stellen wir auch dieses in Abrede. Die **Auswahl** der Probestämme muß, wie überall, so auch nach Breymann's Methode stattfinden. Es bleibt daher nur noch die Entscheidung der Frage zurück, ob die **Fällung und Berechnung** der Probestämme kostspieliger und zeitraubender sei, als die Ableitung der Formzahlen mittelst Aufstellung und Anwendung des fraglichen Universalinstrumentes, wobei wir von der Güte der gegenseitigen Resultate zunächst noch ganz absehen.

Der Taxator ist bei Massenermittlung immer die theuerste Person. Die Fällung und Aufarbeitung des Holzes der Probestämme geschieht aber durch Holzhauer, welche sich mit einem billigen Lohne begnügen, in ordnungsmäßigen Wirthschaften auch immer durch Kontrakt verpflichtet sein sollten, alle im Laufe des Jahres vorkommenden Fällungen um den kontraktmäßigen Preis auszuführen. Das gewonnene Holz kann stets gut verwerthet werden, es stehen dabei keinerlei Verluste zu erwarten. Aus diesen Gründen darf bei Beurtheilung der gegenwärtigen Frage auch die **Fällung** des Probeholzes außer Betracht bleiben, weil der Taxator, als etwa zu bezahlende Person, nichts damit zu thun hat.

Was aber die **Aufnahme und Berechnung** des Probeholzes betrifft, welche durch den Taxator zu geschehen hat, so sind wir der festesten Ueberzeugung, daß selbst der ungeschickteste Messer und Rechner, dem vielleicht die Handhabung des Instrumentes und die damit verbundenen Berechnungen gar nicht beizubringen wäre, damit weit schneller zu Ende sein wird, als der geschickteste Arbeiter mit dem Universalinstrument.

Wir müssen in dieser Beziehung nur darauf aufmerksam machen, daß nach Breymann's Methode nur die Stammholzmasse mit dem Instrumente berechnet werden kann, alle übrigen Sortimente, die zusammen unter Umständen fast die Schaftmasse ausmachen, aber eingeschätzt werden müssen. Nun ist aber bei den Probefällungen gerade die Schaftholzmasse am leichtesten aufzunehmen, man hat, die genaueste Kubirung vorausgesetzt, bekanntlich nur mehrere Durchmesser abzugreifen, die Länge einer Sektion zu

messen, um mit Hülfe einer genauen Kubiktafel den Inhalt des Schafts in höchstens fünf Minuten berechnen zu können. Nimmt man das Probeholz aber nach dem Draudt'schen Verfahren in ortsüblichen Verkaufsmaßen auf, so ist man noch rascher zu Ende und genießt noch überdieß den Vortheil, daß man die Sortimentsverhältnisse — was bei dem Breymann'schen Verfahren nicht möglich ist — mit erhält.

Endlich dürfen wir uns die Bemerkung nicht versagen, daß alle Instrumente, namentlich wenn sie, wie das vorliegende, mit Fernrohr, Höhenkreis, Nonius u. s. w. versehen sind, auch immer längere Zeit und Uebung in Anspruch nehmen, bevor man sich in deren vortheilhaften Gebrauch ganz hineingefunden hat. Da nun sehr viele ausübende Forstbeamte während ihrer ganzen Dienstzeit vielleicht nur ein- oder zweimal eine genaue Bestandesaufnahme oder Taxation zu machen haben, so dürfte wenigstens diese Klasse unserer Fachgenossen um so mehr lieber zu den leichteren Bestandesschätzungsmethoden greifen, weil mit dem Instrumente noch Tafeln verbunden sind, zu deren Verständniß schon größere mathematische Kenntnisse gehören als man sie wenigstens jetzt noch vielfach anzutreffen gewohnt ist.

Es verdienen daher die §. 39 beschriebenen Methoden schon von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet vor dem Breymann'schen Verfahren den Vorzug. Die wichtige Frage, ob die mittlere Formzahl des Bestandes nach diesem Verfahren überhaupt ganz richtig bestimmt werden kann, wollen wir aber erst nachstehend untersuchen.

Breymann schreitet nämlich in der Begründung seiner Schätzungsmethode etwa wie folgt fort:

Da unsere Waldbäume entweder die Form eines ausgebauchten geradseitigen oder eines eingebauchten senkrechten Kegels haben, so kann man sich die Oberfläche eines ausgebauchten Stammes dadurch entstanden denken, daß sich eine ausgebauchte Apollonische Parabel von gegebenem Parameter um die senkrechte Stammaxe herumdreht, in gleicher Weise die Oberfläche eines geradseitigen Stammes, indem sich unter einem spitzen Winkel gegen die senkrechte Axe des Stammes die geneigte Gerade um diese Axe dreht, und endlich die Oberfläche eines eingebauchten Stammes, indem sich eine eingebauchte Apollonische Parabel von gegebenem Parameter um die senkrechte Stammaxe bewegt.

Breymann geht nun von den Gleichungen dieser Rotationskörper, nämlich

für die ausgebauchte Form: $y^2 = a\,x$,
" " geradseitige " $y = a\,x$ und
" " eingebauchte " $y = \frac{x^2}{a}$

aus, und findet mittelst Integration der Differentialgleichungen die Volumina dieser Körper wie folgt:

der Kubikinhalt eines ausgebauchten Stammes $k = \frac{g \cdot h}{2}$

„ „ „ geradseitigen „ $k = \frac{g \cdot h}{3}$

„ „ „ eingebauchten „ $k = \frac{g \cdot h}{5}$

Es ist mithin der Kubikinhalt des ausgebauchten Stammes die Hälfte, der Kubikinhalt des geradseitigen Stammes das Drittel und der Kubikinhalt des eingebauchten Stammes das Fünftel einer gleich starken und gleich hohen Idealwalze. Mithin

die Formzahl des ausgebauchten Stammes $= \frac{1/2 \cdot g \cdot h}{g \cdot h} = 1/2 = 0{,}500$

„ „ „ geradseitigen „ $= \frac{1/3 \cdot g \cdot h}{g \cdot h} = 1/3 = 0{,}333$ u.

„ „ „ eingebauchten „ $= \frac{1/5 \cdot g \cdot h}{g \cdot h} = 1/5 = 0{,}200$.

Dieses sind aber mehr die idealen Formzahlen, denn da die Waldbäume bis zu einer gewissen Höhe über dem Boden in Folge des Wurzelanlaufs etwas unregelmäßig erscheinen und erst von da an kegelförmige Gestalten annehmen, so hält es Breymann*) für angemessener, die Formzahlen in der Art zu bestimmen, daß er den zwischen dem Stockabschnitt und $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe liegenden Theil des Baumes als eine Walze von der Stärke des Durchmessers in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe betrachtet. Hiernach werden die wirklichen Schaftformzahlen dieser drei Körperformen, wie folgt gefunden:

Für den ausgebauchten Stamm: $f = \frac{\frac{1}{20} \cdot g \cdot h + \frac{19}{20} \cdot \frac{1}{2} g \cdot h}{g \cdot h} =$

$= \left(\frac{2}{40} + \frac{19}{40}\right) \frac{g \cdot h}{g \cdot h} = \frac{21}{40} = 0{,}525.$

*) Aehnlich wie Preßler in seiner neuen Kubirungsregel für stehende Bäume S. 31.

Für den geradseitigen Stamm: $f = \frac{\frac{1}{20} \cdot g \cdot h + \frac{19}{20} \cdot \frac{1}{3} \cdot g \cdot h}{g \cdot h} =$

$= \left(\frac{3}{60} + \frac{19}{60}\right) \cdot \frac{g \cdot h}{g \cdot h} = \frac{22}{60} = 0{,}367.$

„ „ eingebauchten Stamm: $f = \frac{\frac{1}{20} \cdot g \cdot h + \frac{19}{20} \cdot \frac{1}{5} \cdot g \cdot h}{g \cdot h} =$

$= \left(\frac{5}{100} + \frac{19}{100}\right) \cdot \frac{g \cdot h}{g \cdot h} = \frac{24}{100} = 0{,}240.$

Breymann schließt nun, daß durch diese drei Schaftformzahlen die Grenzen gegeben seien, zwischen welchen unsere sämmtlichen Waldbäume hinsichtlich ihrer Schaftform lägen, und ferner, daß das Gesetz der Durchmesserabnahme in beliebiger Baumhöhe darüber Aufschluß geben müsse, zwischen welche der Formen der in Frage stehende Baum hineinfiele.

Zur leichteren Beurtheilung dieser Frage hat Breymann in einer Tabelle dieses Gesetz der Durchmesserabnahme für die drei regulären Grundformen übersichtlich zusammengestellt; so daß diese Tabelle die Durchmesserverhältnißzahlen von $\frac{10}{100}$ bis $\frac{90}{100}$ der Scheitelhöhe, und zwar in Tausendteln des bei $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe abgenommenen Normaldurchmessers ausgedrückt enthält.

Um nun die richtige Schaftformzahl eines Baumes zu finden, hat man nur nöthig, mittelst des Universalinstrumentes die Scheitelhöhe und den Durchmesser eines Baumes in einer beliebigen Höhe zu messen, alsdann auch letztere zu bestimmen, hierauf die Höhe, in welcher der Durchmesser des Baumes bestimmt wurde, in Hunderteln der Scheitelhöhe ausdrücken, den Normaldurchmesser in $\frac{1}{20}$ h mit der Kluppe abzunehmen, und schließlich den in beliebiger Höhe gemessenen Durchmesser in Tausendteln des Normaldurchmessers anzugeben, so zeigt die zu dem Instrument gehörige Tabelle alsbald, zwischen welche Grundform der Baum hinsichtlich seiner Form fällt. Nachdem nun die Formzahl auf diese Weise begrenzt ist, wird die dem Baume wirklich entsprechende Schaftformzahl mittelst eines Interpolationsverfahrens noch genauer bestimmt.

Dieß sind die Grundzüge des fraglichen Verfahrens, gegen die wir, zu den bereits gemachten Ausstellungen zunächst noch hinzuzufügen hätten, daß die Ansicht, als lägen die Formen aller unserer Waldbäume innerhalb der festgestellten drei Grundformen, deßhalb nicht richtig zu sein scheint, weil sonst kein Baum eine größere Schaftformzahl als 0,525 haben könnte; was mit den Untersuchungen Preßler's und Smalian's, welche auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechnete Schaftformzahlen veröffentlicht haben, nicht übereinstimmt. Preßler läßt die Schaftformzahlen der Eichen und Erlen bis 0,60 steigen und bemerkt, daß bei im Drucke erwachsenen Bäumen dieselben noch um 0,02—0,05 steigen könnten. Nach Smalian ist das Maximum der Schaftformzahl der Erle 0,59 und aller übrigen Laubhölzer mit Ausnahme der Birken und Weiden 0,60, das der Nadelhölzer 0,55.

Diese Wahrnehmung würde zwar dem Principe der Methode gerade noch nicht schädlich sein, weil es sich nach dem Gesetze der Durchmesserabnahme doch ergeben muß, in welchem Falle ein Stamm über die Form des fraglichen ausgebauchten Kegels hinausfällt*).

Auch die Ansicht, als könne man aus der Durchmesserabnahme eines Stammes mit Sicherheit auf dessen Form schließen, vermöchten wir nur dann zu theilen, wenn unsere Waldbäume, wie doch vorausgesetzt wird, alle von $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe bis zum äußersten Gipfel hin wirkliche reguläre Formen besäßen, was aber in der Regel nicht der Fall ist. Gibt es doch Tausend Fälle, in welchen die Durchmesser eines und desselben Baumes bald rascher, bald langsamer abnehmen, sogar wieder etwas wachsen, oder selbst an ein und derselben Höhe des Baumes nach verschiedenen Richtungen um eine Anzahl Centimeter von einander abweichen.

Wir glauben daher nicht (wie Breymann meint), daß die Natur nie regellos schaffe, denn abnorme Gebilde schafft das Thier- und Pflanzenreich immer, geben aber mit voller Ueberzeugung zu, daß die Natur im Allgemeinen nicht gesetzlos schaffe. Aber gerade wegen der vielen abnormen Baumgebilde wird uns die Auffindung des fraglichen Gesetzes sehr erschwert und wir sind daher der Meinung, daß wir nur durch massenhafte Messungen liegender Bäume und massenhafte Durchschnittszahlen die Formzahl innerhalb gewisse Grenzen einzuschließen vermögen.

---

*) In den später, 1859, erschienenen Breymann'schen „Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren" wird in einem beigefügten „Anhang" der obengerügte Irrthum in der Art verbessert, daß Breymann neben den drei erwähnten Grundformen noch zwei andere einfügt, und zwar eine für ein eingebauchteres Konoid ($y = ax^4$) mit der Formzahl 0,156 und ein noch ausgebauchteres ($y^3 = ax^{1/2}$) mit der Formzahl 0,763. Neuere Untersuchungen über Stammformen haben den Verfasser zu dieser Maßregel veranlaßt. Durch diese Tafeln sind ferner die sonst sehr beschwerlichen Rechnungen wesentlich abgekürzt, die Bestimmung der Formzahlen daher auch erleichtert.

Wir räumen auch gerne ein, daß Breymann's Universalinstrument, als Stärkenmesser, das allervorzüglichste unter allen bis jetzt bekannt gewordenen Instrumenten der Art ist, daß sich auch mit demselben die Durchmesser für praktische Zwecke mehr als hinreichend genau ermitteln lassen; aber dennoch können die Resultate nie so genau werden, als wenn man den Baum liegend berechnet, eben weil an der betreffenden Stelle derselbe zufällig besonders stark oder schwach sein könnte und darum das Gesetz der Durchmesserabnahme nicht repräsentirt sein würde. Zwar meint Breymann, man könne bei unregelmäßigem Wuchse drei, vier und mehr Durchmesser in verschiedenen Höhen bestimmen, zu jedem die Formzahl berechnen und aus demselben das arithmetische Mittel nehmen; aber welcher Forstmann sieht dem Baume die Unregelmäßigkeit bei der düsteren Beleuchtung, tief herabgehender Beastung u. s. w. immer an?

Doch angenommen, wir irrten uns in dieser Hinsicht und man sei im Stande, die Schaftformzahl stehender Bäume mit dem Instrumente hinreichend genau zu bestimmen, so ist die allerwundeste Seite des neuen Verfahrens die, daß es für die gewöhnlichen Fälle der Praxis zu umständlich und zu zeitraubend zu sein scheint. Es sind nämlich mit dem Instrumente eine Menge von Messungen und umständlichen Zwischenrechnungen verbunden, so daß es uns unmöglich scheint, die Formzahl an einem Modellstamm nach mehreren Durchmessern, wie es doch nöthig wäre, bestimmen zu können. Wollte man sich aber mit der Auswahl und Ermittlung der Formzahl von nur wenigen Modellstämmen begnügen, so ist es wieder sehr zweifelhaft, ob diese wenigen Stämme auch gerade das richtige Mittel des ganzen Bestandes repräsentiren, denn bekanntlich weichen die Formzahlen selbst gleich starker, gleich hoher und gleich alter Bäume mitunter noch beträchtlich von einander ab.

Weiter bietet die Beziehung der Formzahlen auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe aus den bereits §. 29, B und §. 40, A entwickelten Gründen unter Umständen in der Praxis mancherlei Schwierigkeiten, selbst Unrichtigkeiten.

Endlich vermögen wir nicht einzusehen, warum Breymann an einer so umständlichen Bestimmung der Formzahl festhält, denn sind einmal Durchmesser und Höhen am stehenden Baume abgeleitet, so kann ja mittelst dieser beiden Faktoren der Inhalt direkt, d. h. ohne Formzahl berechnet werden.

Nachdem die Schaftformzahl des mittleren Modellstammes ermittelt ist, läßt sich immer erst die Schaftholzmasse berechnen, die Ermittlung der Reis-, Ast- und Stockholzmasse bleibt noch übrig. Die Ast- und Reisholzmenge will nun Breymann mit Hilfe seiner Wahrnehmung berechnen, daß der Quotient, welcher sich ergibt, wenn man den Kronendurchmesser D eines stehenden Baumes durch seinen Durchmesser d in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe dividirt mit der an dem Baume befindlichen Astholzmasse in einem bestimmten gesetz-

lichen Verhältnisse stehe. Nach seinen Untersuchungen soll sich der Zuschlag △, welchen man wegen der Ast- und Reisholzmasse machen muß, um von der Schaftformzahl auf die Baumformzahl überzugehen, in Hunderteln ausgedrückt, z. B. für Eichen Buchen nach der Formel ergeben:

$\triangle = 0{,}6 \times \frac{D}{d}$ bei sehr dichten, tief am Stamme herabhängenden Kronen.

$\triangle = 0{,}5 \times \frac{D}{d}$ bei dichten und ebenfalls ziemlich tief (?) am Stamme angesetzten Kronen.

$\triangle = 0{,}4 \times \frac{D}{d}$ bei minder dichten und tief am Stamme herabreichenden Kronen (?).

$\triangle = 0{,}3 \times \frac{D}{d}$ bei lichten, hochangesetzten im gedrängten Schluß (?) erwachsenen Bäumen.

$\triangle = 0{,}2 \times \frac{D}{d}$ bei sehr lichten und ganz hoch am Stamme angesetzten Kronen der im gedrängtesten Schlusse erwachsenen Bäumen (?).

In ähnlicher Weise soll die Astholzmasse anderer Holzarten nach einer Formel ermittelt werden.

Ohne den Versuchen des Herrn Breymann im Geringsten zu nahe zu treten, glauben wir doch, daß es wenigstens gegenwärtig noch keinem Praktiker einfallen wird, nach diesem Vorschlage die Ast- und Reisholzmasse der Holzbestände zu bestimmen. Wie will man z. B. in geschlossenen Beständen die Kronendurchmesser nur mit einiger Sicherheit bestimmen und werden durch Ausfüllung dieser Formeln die ohnehin schon überdrüssig vielen Rechnungen nicht noch mehr erweitert? Mit einfacher Benutzung der seitherigen lokalen Fällungsergebnisse im Großen wird man sicher in weit kürzerer Zeit brauchbare Resultate erhalten*).

Unser Endurtheil über dieses neue Bestandesschätzungsverfahren geht dahin, daß bis jetzt noch kein Grund vorhanden ist, zur genauen Ermittlung der Bestandesmassen die Formzahlen an

*) In den vorher schon angeführten „Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren" haben wir diese Methode der Astholzbestimmung nicht mehr gefunden, dagegen ist in denselben der Vorschlag gemacht, die Astholzmasse in Procenten des Schaftgehaltes auszudrücken.

stehenden Bäumen zu ermitteln, und daß man durch wirkliche Fällung der Probestämme weit sicherer und einfacher zum Ziele kommt, im Falle man nicht Massentafeln verwenden will, zu welchen wir jetzt übergehen wollen.

2. Von der Bestandes-Schätzung nach Massentafeln.

§. 41.

Bekanntlich erhält man den Kubikinhalt eines stehenden Baumes durch Multiplikation der Querfläche desselben in Brusthöhe mit dessen Scheitelhöhe und der Formzahl, ebenso den Masseninhalt eines ganzen Bestandes durch Multiplikation der Kreisflächensumme desselben, mit seiner mittleren Scheitelhöhe und Formzahl oder auch, indem man die Stammzahl des Bestandes mit dem Inhalte des mittleren Modellstammes multiplicirt.

Die Massentafeln haben nun theils den Zweck, diese Rechnungen zu ersparen und Rechnungsfehler zu vermeiden, indem sie diese Produkte schon im Voraus berechnen; theils aber auch die Aufgabe, die Fällung, Messung und Kubirung der Modellstämme entbehrlich und endlich die Resultate auch zuverlässiger zu machen, als dieses bei andern Methoden der Fall ist.

Die bis jetzt veröffentlichten Massentafeln geben entweder die Kubikinhalte einzelner Bäume an, hierher gehören die von dem Forsteinrichtungsbureau des königl. bayerischen Finanzministeriums, München 1846, bearbeiteten „Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten deutschen Waldbäume"; oder sie enthalten für verschiedene Waldschlußverhältnisse die Kubikmasse pr. Morgen (Joch) schon fertig berechnet, hierher gehören die von König schon im Jahre 1840 veröffentlichten und später in seine forstlichen Hilfstafeln übergegangenen „Waldmassentafeln zur leichten Bestandesschätzung im preußischen Maße."

Da die bayerischen und König'schen Massentafeln sich auf wesentlich verschiedene Grundlage stützen, so wollen wir beide in getrennter Behandlung hier folgen lassen.

A. Von der Schätzung nach den bayerischen Massentafeln.

Dieselben gründen sich auf die in sämmtlichen Regierungsbezirken Bayerns an einer großen Anzahl (40220 Stück) Stämmen berechneten Formzahlen, aus deren Zusammenstellung sich ergeben hat, daß letztere zwar sehr von einander abweichen, daß sie sich aber in dem Falle in nicht zu weiten Grenzen bewegen, wenn Stämme gleicher Holzart, in der Höhe, im Alter und im Durchmesser keine großen Differenzen zeigen.

Da hiernach die Größe der Formzahlen vorzugsweise von der Zusammenwirkung dieser vier Momente abhängig ist, so lag der Gedanke nahe, die an 40220 liegenden Stämmen ermittelten Formzahlen zunächst so zu gruppiren, daß Bäume gleicher Holzart, gleicher Höhe, gleicher Durchmesser und nahezu gleichen Alters je eine Gruppe bildeten, sodann die sich etwa ergebenden Unregelmäßigkeiten zu vergleichen, sämmtliche Formzahlen einer Gruppe zu addiren und durch die Anzahl der Stämme zu dividiren, um in dem Quotienten eine mittlere Formzahl zu erhalten, welche, mit der Grundfläche des Baumes bei $4^1/_2$ bayer. Fuß (1,3 m) über der Erde und der Scheitelhöhe der Gruppe multiplicirt, den mittleren Inhalt einer solchen Gruppe mit großer Genauigkeit ergeben mußte.

In diesen wenigen Worten liegt das Prinzip, auf welchem die bayerischen Massentafeln beruhen. Wer sich über das bei der Ausgleichung von Unregelmäßigkeiten, sowie der Interpolation der Zwischenglieder, eingehaltene Verfahren näher unterrichten will, lese in den von dem königl. bayerischen Forsteinrichtungsbureau herausgegebenen Massentafeln Seite 35 bis 39 nach.

Die zu einer Gruppe vereinigten Formzahlen wichen zwar im Einzelnen mitunter noch beträchtlich von einander ab, doch ergab sich, daß diese Differenzen sich bei den Durchschnitten einer kleineren Anzahl Stämme auf eine so befriedigende Weise ausgleichen, daß schon bei der Massenermittlung einer mäßigen Anzahl zu einer Gruppe gehörigen Bäume, die aus großen Durchschnitten hervor-

gegangenen Formzahlen ohne Bedenken angewendet werden können. Die Richtigkeit des Resultats wird aber, nach dem Prinzipe der Methode, in dem Grade vermehrt, von je mehr zusammengehörigen Stämmen man die Masse nach den Durchschnittsformzahlen ermitteln will.

Wollte man jedoch von den aus großen Durchschnitten hervorgegangenen Formzahlen auch bei der Massenermittlung einzelner Bäume Gebrauch machen, so können sich natürlich die zwischen den Formzahlen bestehenden Differenzen nicht ausgleichen und es sind, wenn auch nur in seltenen Fällen, nämlich bei sehr abnormen Baumgebilden, größere Fehler selbst bis zu 20 Prozenten möglich.

Die bayerischen Massentafeln sind daher auch nicht zur Massenermittlung einzelner Bäume, sondern für unter gewöhnlichen Verhältnissen erwachsene Hochwaldbestände berechnet, und wer solchen Tafeln den Vorwurf machen will, daß an einzelnen Stämmen beträchtliche Differenzen möglich seien, zeigt hierdurch nur, daß er das Prinzip derselben nicht richtig aufgefaßt hat.

Was die Kubirung des Stamm- und Astholzes betrifft (die Stockholzmasse ist in den Massentafeln nicht berücksichtiget), so wurde dasselbe in Sektionen, welche 10 bayer. Fuß (= 2,92 m) nicht übersteigen durften, zerlegt und als abgestutzte parabolische Kegel berechnet. Zum Abgreifen der Durchmesser dienten bis in $\frac{1}{10}$ Zolle (= 0,0024 m) getheilte Kluppen.

Bei den zu einer Gruppe vereinigten Stämmen wurden bei den Durchmessern Abstufungen von nur einem Zoll (= 0,024 m), bei den Höhen von 10 zu 10 Fuß (= 2,92 m) und bei den Altern von 30 zu 30 Jahren angenommen. Die in den Tafeln enthaltenen Inhalte gründen sich natürlich auf die berichtigten und verglichenen Formzahlen.

Die bayerischen Massentafeln geben daher die Masse der Fichten, Tannen, Lärchen, Kiefern, Buchen, Eichen und Birken, für die in der Regel vorkommenden Stärkeklassen von Fuß zu Fuß, dann, mit Ausnahme der Eichen und Birken, auch unter Berück-

sichtigung des Alters an (haubare und nahe haubare Bestände). Die Stärke der Stämme wird durch den bei $4^1/_2$ bayerische Fuß (= 1,3 m) über dem Boden (Brusthöhe) in Zollen gemessenen Durchmesser ausgedrückt. Die Höhe bezeichnet die ganze Länge des Baumes vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel desselben. Die Stockhöhe selbst ist zu 6 (= 0,15 m) bis höchstens 16 Zoll (= 0,39 m), je nach der Stärke der Stämme, angenommen.

Bei den Laubhölzern und Kiefern erstreckt sich der in Kubikfußen ausgedrückte Inhalt über die Masse des Stammes und der Aeste bis zu 1 Zoll (= 0,024 m) Stärke herab; bei den Tannen, Fichten und Lärchen aber nur auf die Masse des Stammes einschließlich des Gipfels.

Wie der um die Holzmeßkunst verdiente königl. preuß. Oberförster Stahl in seinen „Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume u. s. w., Berlin 1852," mittheilt, wurden die Massentafeln, bevor sie bei dem bayerischen Forstpersonale zum Dienstgebrauch eingeführt wurden, erst noch beiläufig in folgender Weise geprüft:

In ganz Bayern wurden Messungen vorgenommen, die daher alle Boden- und klimatischen Verhältnisse umfassen, welche von den Hochalpen bis zu den Ebenen des Rheins und Mains sich finden, und gewiß höchst verschiedenartig genannt werden müssen. Wir können uns hier nur auf einen Auszug aus der sehr interessanten Vergleichung des Massengehaltes wirklich gemessener Stämme mit jenem der Massentafeln beschränken, weil das ganze einen zu großen Raum in Anspruch nehmen würde.

Die Holzmasse der in jedem Forstamte von jeder Holzart gemessenen Stämme, deren Anzahl bald mehr, bald weniger — von 6 bis 1221 Stück — betrug, wurde nach den Ergebnissen der Messung und nach den Tafeln summirt, beide Summen hierauf mit einander verglichen und die Differenzen in Prozenten der Masse angegeben. Auf diese Weise entstanden 177 einzelne Vergleichungen oder Positionen, welche sich nachfolgend übersichtlich zusammengestellt finden.

Holzarten	Anzahl der Stämme, welche jede Position enthält	Anzahl der Positionen	Anzahl der Differenzen von			Der wie vielste Theil sämmtlicher Differenzen 5 Procent übersteigen	Größte vorgekommene Differenz
			2 und weniger	2,1—5	über 5		
			Procent				Procent
Fichten	10 und weniger	1			1	1,00	7,4
	21— 50	4	1		3	0,75	5,8
	51—100	7	4	2	1	0,14	5,6
	101—500	25	8	15	2	0,08	6,2
	über 500	10	4	6		0	4,7
	Summe	47	17	23	7	0,15	7,4
Tannen	10 und weniger	1			1	1,00	7,4
	11— 20	5	3		2	0,40	7,3
	21— 50	7	2	3	2	0,29	7,4
	51—100	10	4	6		0	4,7
	101—500	9	4	3	2	0,22	8,6
	über 500	2	1	1		0	3,0
	Summe	34	14	13	7	0,19	8,6
Kiefern	10 und weniger	2	1	1		0	2,3
	11— 20	3	1	1	1	0,33	5,1
	21— 50	5	2	1	2	0,40	5,7
	51—100	6	2	3	1	0,17	5,6
	101—500	9	7	2		0	2,8
	Summe	25	13	8	4	0,16	5,7
Lärchen	51—100	1			1	1,00	6,5
	101—500	1	1			0	1,1
	Summe	2	1		1	0,50	6,5
Eichen	11— 20	2		1	1	0,50	9,3
	21— 50	3		3		0	5,0
	51—100	6	2	4		0	4,5
	101—500	8	3	4	1	0,12	7,7
	Summe	19	5	12	2	0,11	9,3
Buchen	10 und weniger	4	1	1	2	0,50	9,1
	11— 20	3	1		2	0,67	10,8
	21— 50	6		3	3	0,50	8,4
	51—100	6	2	1	3	0,50	8,8
	101—500	15	5	4	6	0,40	9,5
	über 500	2		2		0	3,5
	Summe	36	9	11	16	0,44	10,8

Holzarten	Anzahl der Stämme, welche jede Position enthält	Anzahl der Positionen	Anzahl der Differenzen von			Der wie vielste Theil sämmtlicher Differenzen 5 Procent übersteigen	Größte vorgekommene Differenz
			2 und weniger	2,1—5	über 5		
			Procent				Procent
Birken	10 und weniger	1	1			0	0,3
	21— 50	3	1	1	1	0,33	6,5
	51—100	2		2		0	4,5
	101—500	6		5	1	0,17	5,3
	über 500	2	1	1		0	6,6
	Summe	14	3	9	2	0,14	6,5
Summe	10 und weniger	9	3	2	4	0,44	9,1
	11— 20	13	5	2	6	0,41	10,8
	21— 50	28	6	11	11	0,39	8,4
	51—100	38	14	18	6	0,29	8,8
	101—500	73	28	33	12	0,16	9,5
	über 500	16	6	10		0	4,7
	Summe	177	62	76	39	0,22	10,8

Der jetzt verstorbene königl. bayerische Regierungs- und Forstrath im Staatsministerium der Finanzen, Herr v. Spitzel, hatte die Güte, Herrn Oberförster Stahl für seine vorhin berührte Schrift umfangreiche Mittheilungen über die bayerischen Massentafeln zu machen. Da dieselben großes und allgemeines Interesse bieten, so wollen wir hier die bezüglichen Stellen wörtlich aufnehmen. Herr Oberförster Stahl fährt nämlich nach vorstehender Uebersicht wie folgt fort:

„Es geht hieraus hervor, daß bei allen Holzarten die Differenzen zwischen dem Holzgehalt nach der Messung und dem nach der Tafel desto kleiner werden, je mehr Stämme zur Vergleichung kommen. Von den 9 Vergleichungen und Positionen, z. B. die 10 und weniger Stämme von allen Holzarten betrafen, ergaben 4, oder 0,44 dieser 9 Vergleichungen, Differenzen, welche 5 Procent übersteigen; bei den 73 Positionen, in welchen von 101 bis 500 Stämmen zusammengefaßt und mit den Massentafeln verglichen wurden, übersteigen nur noch 12, oder 0,16 von allen, die Höhe von 5 Procent; bei 16 Positionen, die über 500 Stämme enthielten, hat sich keine Differenz ergeben, die 5 Procent erreicht, und in der weiterhin erfolgenden Hauptzusammenstellung findet eine fast vollständige Ausgleichung statt."

„Was die vorgekommenen einzelnen nicht unerheblichen Differenzen betrifft, — die größte, welche überhaupt bei einer Position vorgekommen ist, beträgt 10,8 Procente — so bemerkt Herr von Spitzel ausdrücklich, daß die Zusammenstellung alle in fraglicher Beziehung angestellten Untersuchungen enthält. Es sei leicht gewesen, durch Weglassung einiger mehr abweichender Ergebnisse, ein scheinbar noch günstigeres Resultat zu erzielen. Es hätte sich solches sogar rechtfertigen lassen, da in einigen Bezirken wahrscheinlichst nicht mit der nöthigen Sorgfalt bei den Messungen verfahren wurde und dadurch größere Abweichungen herbeigeführt sein dürften; dessen ungeachtet wären diese Ergebnisse von der Aufnahme in die Zusammenstellung nicht ausgeschlossen worden."

„Wenn man bedenkt, wie viele Personen zu diesen Untersuchungen verwendet werden mußten, so ist es natürlich, daß nicht alle mit gleicher, einzelne nicht mit hinreichender Sorgfalt verfahren sein werden, und selbst einzelne Versehen nicht ganz haben vermieden werden können. Nehmen wir aber auch den unwahrscheinlichsten Fall, daß alle Differenzen den Massentafeln allein zur Last zu legen wären, so wird dennoch jeder Sachverständige einräumen müssen, daß bis jetzt kein anderes Verfahren zur Ermittlung des Holzgehaltes stehender Bäume bekannt ist, das eine gleiche Probe ebenso gut bestehen würde."

„Die endliche Zusammenstellung nach den Holzarten gab folgende Resultate:

Holzarten	Der gemessenen Stämme			Die Tafel gibt			
	Anzahl	Masse nach der		zu viel		zu wenig	
		Messung	Tafel				
		Kubikfuß		Kubikfuß	Procent	Kubikfuß	Procent
Fichten . . .	18780	1104138	1108247	4109	0,4		
Tannen . . .	4500	370110	368329			1781	0,5
Kiefern . . .	3085	140520	139422			1098	0,8
Lärchen . . .	554	8941	8967	26	0,3		
Eichen . . .	2616	222626	222657	31	0,01		
Buchen . . .	4230	231214	234621	3407	1,5		
Birken . . .	2801	31002	31236	234	0,7		
Summe	36566	2108551	2113479	4928	0,2		

Selbst unbillige Forderungen dürften hierdurch befriedigt sein."

„Herr v. Spitzel bemerkt ferner, daß nicht selten in Bezirken, welche bezüglich ihrer Boden- und Bestandesverhältnisse sich vollkommen gleich stehen, die Ergebnisse in dem einen Forstamte ein Mehr, in dem andern ein Weniger gegen die Massentafeln ergeben haben, hierin aber der Beweis liegen dürfte, daß die Abweichungen weniger in den Orts- und Bestockungs-, oder Wachsthums-, als in anderen Verhältnissen und insbesondere in der Messungsart der Stämme ihren Grund haben."

Diese Ansicht wird durch die Erfahrungen, welche man in Württemberg, in Preußen, im Großherzogthum Hessen u. s. w. gemacht hat, wo man die bayerischen Massentafeln ebenfalls eingehend auf ihre Brauchbarkeit prüfte, sowie durch die Versuche des Herrn Oberförster Stahl zur Gewißheit erhoben.

Die zur Prüfung der Massentafeln in Württemberg angestellten Versuche haben folgende Ergebnisse geliefert:

Holzarten	Der gemessenen Stämme			Die Tafel gibt			
	Anzahl	Masse nach der		zu viel		zu wenig	
		Messung	Tafel	Kubikfuß	Procent	Kubikfuß	Procent
		Kubikfuß					
Fichten . . .	107	4347,9	4352,6	3,7	0,09		
Tannen . . .	9	379,2	393,2	14,0	3,7		
Kiefern . . .	6	337,5	330,8			6,7	2,0
Summe	122	5064,6	5076,6	11,0	0,2		
Tannen . . .	496	35586,1	35166,8			419,3	1,2
Fichten . . .	203	7922,2	7806,6			115,4	1,5
Kiefern . . .	250	8950,3	9247,1	297,3	3,3		
Buchen . . .	236	4906,3	5147,1	240,8	4,9		
Birken . . .	33	556,0	561,2	5,5	1,0		
Summe	1218	59920,9	57928,8	8,9	0,0015		
Total-Summe	1340	62985,5	63005,4	19,9	0,003		

Dies sind, bemerkt Oberförster Stahl, und wir pflichten ihm vollkommen bei, unbedenklich Resultate, die nichts zu wünschen übrig lassen.

Auch für Preußen hat Oberförster Stahl die bayerischen Massentafeln namentlich für Kiefern geprüft und dieselben gleichfalls sehr anwendbar gefunden. In seiner mehrfach angezogenen Schrift theilt er eine Anzahl Versuche mit, welche er in dem Rudersdorfer Forst in der Absicht angestellt hat, zu untersuchen, ob die Tafeln auch für solche Kiefernstämme passend sind, die auf ganz schlechtem Boden erwachsen oder vollständig unterdrückt sind, nur sehr geringen Zuwachs haben und in dieser Beziehung als Extreme angesehen werden können. Die Resultate waren im Gesammtergebniß folgende:

Nummer der Jagen	Der gemessenen Stämme			Die Tafel gibt			
	Anzahl	Masse nach der		zu viel		zu wenig	
		Messung	Tafel				
		Kubikfuß		Kubikfuß	Procent	Kubikfuß	Procent
32	22	305,2	307,2	2,0	0,7		
46	84	502,2	520,5	18,3	3,6		
59	157	5664,0	5603,7			60,3	1,1
Summe	263	6471,4	6431,4			40,0	0,6

Oberförster Stahl, welcher in verdienstlicher Weise die bayerischen Massentafeln auf preußisches Maß umrechnete, prüfte seine Massentafeln in der Oberförsterei Rudersdorf an 45026 Stämmen, welche gelegentlich der Holzmassenermittlung in diesem Revier in zwanzig verschiedenen Jagen, welche sich über die II., III., IV. und V. Pfeil'sche Standortsklasse verbreiteten, aufgenommen wurden. Da auch dieser große Versuch sehr für die Brauchbarkeit derartiger Tafeln spricht, so wollen wir die Resultate hier im Auszug folgen lassen*).

*) Weiteres über diesen Gegenstand wolle man Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1866, Seite 294 nachlesen.

Nummer		Der gemessenen Stämme				Die Tafel gibt daher		Die Differenz beträgt Procente des Ertrags
der Jagen	der Standortsklasse nach Pfeil	Alter	Anzahl	Masse nach der		zu viel	zu wenig	
				Messung	Tafel			
				Klafter		Klafter		
3	IV	85	105	38	86		2	5,3
14	III	80	1929	462	508	46		10,0
22	III	80	1386	335	350	15		4,5
27	IV	100	101	29	32	3		10,0
37	IV	100	261	79	82	3		3,8
75	III	120	2145	752	797	45		6,0
82	III	120	846	298	302	4		1,3
88	IV	101	6623	1709	1551		158	9,3
92	IV	101	4562	1143	1159	16		1,4
97	III	110	1053	346	365	19		5,5
102	II	120	1720	1022	1055	33		3,2
106	III	80	2612	500	508	8		1,6
108	II	72	2616	720	712		8	1,1
139	III	96	1752	619	570		49	7,9
145	III	70	2755	553	591	38		6,9
156	III	78	1907	457	459	2		0,4
165	III	70	2543	562	574	12		2,1
215	III	76	3817	983	993	10		1,0
216	III	38	860	23	24	1		4,3
250	V	86	5433	530	547	17		3,2
	Summe		45026	11160	11215	55	—	—

Als weiterer Beweis, daß auch andere deutsche Forstverwaltungen den bayer. Massentafeln alle Aufmerksamkeit schenkten, möge dienen, daß durch Verfügung K. Preuß. Finanzministeriums vom 22. Febr. 1854, die Regierungen zu Königsberg, Danzig, Marienwerder, Bromberg, Stettin, Cöslin, Breslau, Liegnitz, Potsdam, Frankfurt, Magdeburg, Merseburg und Erfurt veranlaßt wurden, die auf preußisches Maß umgerechneten bayer. Massentafeln in Absicht auf ihre Verwendbarkeit und Zweckmäßigkeit zu prüfen. In Folge dieser Aufforderung wurden Messungen und Vergleiche an 70546 Stämmen vorgenommen und sprechen sich 9 Regierungen für und nur 4 Regierungen gegen die Einführung der Massentafeln aus. Die gegen die Massentafeln erhobenen Einwände wurden aber später schlagend von Oberförster Stahl widerlegt*).

*) Vergl. Zeitschrift für Forst- u. Jagdw. von J. Th. Grunert, 12. Heft, S. 133.

Die Resultate sind in den Anlagen A. nach Regierungsbezirken und in B. nach Holzarten übersichtlich zusammengestellt*).

A.

Regierungsbezirk	Untersuchte Stammzahl	Die Berechnung nach den Tafeln gegen die Wirklichkeit stellt sich höher %	niedriger %	Höchste Differenz Plus %	Minus %
Königsberg . .	1668	—	3,2	3 in Birken	6,2 in Kiefern
Danzig . . .	1701	—	0,5	15,7 „ Buchen	14,9 „ Buchen
Marienwerder .	2431	—	0,6	26 „ Kiefern	14,0 „ „
Bromberg . .	80	0,06	—	4 „ Eichen	1 „ Kiefern
Stettin . . .	5695	0,2	—	6 „ Eichen	16 „ „
Cöslin . . .	96	2,8	—	8,4 „ Buchen	5 „ „
Breslau . . .	14	—	6,3	—	10 „ „
Liegnitz . . .	212	—	2,3	28,1 „ Kiefern	10,2 „ Fichten
Potsdam . .	4130	2,7	—	3,9 „ „	1,1 „ Birken
Frankfurt a/O. .	39631	3,0	—	3,4 „ „	24 „ Kiefern
Magdeburg . .	1889	3,1	—	27 „ Birken	3,8 „ „
Merseburg . .	1287	—	1,3	3 „ Eichen	18 „ Lärchen
Erfurt . . .	11712	0,9	—	10 „ Buchen	24,7 „ Fichten
Summe	70546	1,8	—		

B.

Holzart	Untersuchte Stammzahl	Die Tafeln ergaben mehr %	weniger %	Höchste Differenz Plus %	Minus %
Eichen . .	2665	2,04	—	9 in Liegnitz	—
Buchen . .	7021	0,89	—	15,7 „ Danzig	14,9 in Danzig
Hainbuchen .	36	0,2	—	0,2 „ Königsberg	—
Birken . .	1022	0,06	—	27 „ Magdeburg	4,5 „ Königsberg
Aspen . .	290	0,9	—	3,4 „ Danzig	2,4 „ Danzig
Erlen . .	34	—	3	—	0,4 „ Königsberg
Kiefern . .	52581	2,3	—	28,1 „ Liegnitz	24 „ Frankfurt
Fichten . .	6827	0,4	—	11 „ Magdeburg	24,7 „ Erfurt
Weißtannen	51	—	4,2	—	5 „ Liegnitz
Lärchen . .	19	—	19	—	18 „ Merseburg
Summe	70546	1,8	—	28,1 %	24,7 %

*) Die einzelnen Resultate wolle man in J. Th. Grunert, 12. Heft, Seite 142 u. f. nachlesen.

Die Versuche wären jedenfalls noch genauer ausgefallen, wenn dieselben in allen Regierungsbezirken resp. Oberförstereien mit gleich guten Instrumenten, gleicher Aufmerksamkeit, gleicher Instruktion und gleicher Liebe für die Sache ausgeführt worden wären.

Schließlich wollen wir noch der im Großherzogthum Hessen angestellten Versuche mit wenigen Worten gedenken. Die Gr. Hess. Oberforstdirektion hat nämlich die für Hessen wichtigste Tafel für haubare (90- und mehrjährige) Kiefern und Buchen auf Gr. Hess. Maß umrechnen lassen und durch Ausschreiben vom 8. Juni 1855 sämmtliche Forstämter des Landes aufgefordert, über die Richtigkeit der Tafeln vergleichende Versuche mit wirklichen Fällungsergebnissen anzustellen. Die Versuche dehnten sich damals über 56 Oberförstereien aus und bezogen sich auf 8401 Buchen und 2456 Kiefern. Eine Zusammenstellung der Resultate haben wir bereits, mit Genehmigung genannter Behörde, im Jahrgang 1864, Seite 178 der Allg. Forst- und Jagdzeitung geliefert und können daselbst nachgelesen werden. Dieselben lieferten den unumstößlichen Beweis, daß die Tafeln auch für das Großherzogthum Hessen als durchaus brauchbar betrachtet werden können. Die 8401 Buchen lieferten nach den Massentafeln $^9/_{10}$ % weniger, als sie in Wirklichkeit ergaben. Wir stellten sämmtliche Versuche damals in 56 Positionen zusammen und es ergaben sich hierbei:

35 Positionen mit nur 0— 5 % Fehler
16 „ „ „ 5,1—10 „ „ und nur
5 „ „ „ 10,1—16 „ „

Ebenso zuverlässige Resultate lieferten die 2456 Kiefern, welche auf 3 % genau stimmten. Mit Weglassung einer einzigen Position (13 % Fehler), wo die Versuche, wie mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, nicht mit hinreichender Schärfe ausgeführt wurden, hätte man den Gesammtfehler auf die verschwindend kleine Größe von $^1/_2$ % reduciren können. Es ergaben

7 Positionen nur 0— 5 % Fehler
8 „ „ 5,1—10 „ „ und
1 „ „ 13 „ „

Faßt man die Resultate dieser unter so verschiedenen Standorts- und Bestandesverhältnissen angestellten Untersuchungen zusammen, so muß man staunen, auf welch' befriedigende Weise die

durch so verschiedene Hände aufgestellten bayerischen Massentafeln die Prüfung bestanden haben.

Es steht daher unbestreitbar fest, daß in vorliegender Weise aus vielen Durchschnitten richtig ermittelte Formzahlen an den verschiedensten Orten und auf verschieden geschlossene Bestände angewendet werden können; ja daß die Resultate derselben diejenigen aller bis jetzt bekannten Methoden, Bestände ohne Probefällungen aufzunehmen, an Güte übersteigen müssen, wenn nur die aufzunehmenden Bestände von einiger Ausdehnung sind.

Die bayerischen Massentafeln wurden anfänglich von einer Anzahl Forstmänner mit Mißtrauen aufgenommen. Namentlich wollte man denselben nur mehr lokalen Werth zuerkennen, weil sie unmöglich für alle möglichen Standorts- und Bestandesverhältnisse gleich passend sein könnten. Wenn es nun auch keine Frage ist, daß Schluß, Boden und Klima sehr wesentlich auf die Form des Baumes einwirken, so hat man dabei doch übersehen, daß wenn man die Stämme, wie dies in den bayerischen Massentafeln geschehen ist, so zusammenstellt, daß sie bei gleicher Holzart, hinsichtlich ihres Alters, Durchmessers, Schlusses und ihrer Höhe nicht beträchtlich von einander abweichen, diese Faktoren zugleich auch den Standort in sich schließen. Stehen z. B. zwei Bäume auf verschiedenen Standorten, so werden sie bei gleichem Alter sicher nicht auch gleiche Höhe und Durchmesser haben und umgekehrt. Beide Stämme eignen sich daher nicht zur Vergleichung und fallen nach den bayerischen Massentafeln **verschiedenen** Formklassen zu.

Es muß als ein Fortschritt der Bestandesschätzung der letzten Jahre betrachtet werden, daß das den bayerischen Massentafeln zu Grunde liegende Prinzip endlich wohl von allen sachverständigen Forstmännern als richtig angenommen worden ist. Selbst Preßler, der früher nur in der Ausbildung seiner Normalformzahlen und seiner Richthöhenmethode das Endziel der Bestandesschätzung erblickte, und am heftigsten nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln weiter gebaute Schätzungshilfen bekämpfte, hat später seine Opposition eingestellt und Tafeln, welche das Alter mehr wie die

bayerischen Massentafeln berücksichtigten, „als sehr sichere und vorzügliche Taxationshilfen" bezeichnet.

Daß die bayerischen Massentafeln an Mängeln leiden und vielleicht das Alter zu wenig berücksichtigen, wurde von uns schon in der ersten Auflage wiederholt betont. Die forstlichen Versuchsanstalten werden sich daher für die nächsten Jahre die Aufgabe stellen, an der Hand der inzwischen gemachten Erfahrungen neue Massentafeln, gestützt auf massenhafte Untersuchungen, zu entwerfen, welche so weit möglich allen Anforderungen einer guten Schätzungsmethode genügen. Ob in solchen Tafeln das Alter größere Berücksichtigung verdient, müssen Versuche noch nachweisen, in Bezug auf die Fichte haben uns neuere Versuche zweifelhaft gemacht. Sodann wäre die Stockhöhe schärfer und etwa in der Art festzusetzen, daß dieselbe stets $^1/_3$ des Stockdurchmessers beträgt. Der Meßpunkt wäre ein für alle Mal bei der Bestandesaufnahme 1,3 m über dem Boden zu nehmen, die Durchmesser sollten von 2 zu 2 Centimeter aufsteigen, die Holzmasse müßte getrennt nach Grob- und Reisholz ermittelt werden, ebenso wären für die Aufnahme der Oberholzmasse in Mittelwaldungen besondere Tafeln zu entwerfen. Wenn solche verbesserte Massentafeln einmal vollendet sein werden, sind wir der festen Ueberzeugung, daß dieselben dann, neben dem Draudt'schen Verfahren, die Hauptmethoden der Bestandesschätzung bilden werden.

Bis zum Erscheinen neuer Massentafeln wird der Praktiker noch zu den von Regierungsrath H. Behm auf Metermaß umgerechneten Massentafeln seine Zuflucht nehmen müssen*). Wer jedoch bereits im Besitz der bayerischen Originaltafeln ist, der kann die Bestände auch mit einer nach bayerischem Maß eingetheilten Kluppe aufnehmen, die Höhen nach bayerischen Fußen messen, die Inhalte aus beiden in bayerischen Kubikfußen berechnen und das Ergebniß schließlich auf Kubikmeter reduciren. Für österr. Maß wurden die bayerischen Massentafeln von Oberförster Buscheck umgerechnet**).

*) Massentafeln zur Bestimmung des Gehaltes stehender Bäume an Kubikmetern fester Holzmasse, berechnet von H. Behm, Berlin 1872, Verlag von Gustav Lange.

**) Vergl. Verhandlungen der Forstsektion für Mähren und Schlesien, Jahrgang 1855, zweites Heft, Brünn, bei Nitsch und Große.

Was schließlich den Gebrauch der bayerischen Massentafeln anlangt, so ist derselbe so einfach, daß wir auf die denselben vorausgehende Gebrauchsanweisung verweisen können. Nur das sei noch erwähnt, daß man nach Muster 1, Seite 186, den Bestand (oder eine Probefläche) stammweise in Abstufungen von Zoll zu Zoll (nach der Behm'schen Umrechnung in geraden Centimetern) aufnimmt, die in jede Stärkestufe fallende Stammzahl addirt, zu jeder Stärkestufe — wenn sich größere Höhendifferenzen zeigen sollten — mit Hilfe eines Höhenmessers die Höhen einiger Normalbäume in Fußen (nach Behm in Metern) bestimmt, daraus die mittlere Höhe jeder Stärkestufe ableitet und endlich in der Massentafel zu der jeder derselben entsprechenden Grundstärke in Brusthöhe (1,3 m) und der Scheitelhöhe den Kubikinhalt eines Stammes ohne alle Rechnung ablieſt. Wird letzterer mit der Stammzahl der zugehörigen Stärkestufe multiplicirt, so ergibt sich der Kubikinhalt sämmtlicher Stämme der Stärkestufe, und in der Summe der letzteren der Kubikinhalt des ganzen Bestandes.

Beispiel: In Muster 1, Seite 186, befinden sich

8	Stämme	von	20	Centimeter.
17	„	„	22	„
88	„	„	24	„
163	„	„	26	„
303	„	„	28	„
268	„	„	30	„
196	„	„	32	„
82	„	„	34	„
74	„	„	36	„
24	„	„	36	„

Nehmen wir nun an, es betrügen die Durchschnittshöhen der Stämme von

20, 22	und	24	Centimeter	24	Meter,
26, 28	„	30	„	25	„
32	„	34	„	26	„
36	„	38	„	27	„

so findet man in den auf Metermaß umgerechneten Behm'schen Massentafeln für Buchen:

Den Kubikinhalt eines 24 m hohen 20 cm starken Stammes = 0,40
" " " " " 22 " " " = 0,49
" " " " " 24 " " " = 0,59
" " " 25 " 26 " " " = 0,72
" " " " " 28 " " " = 0,84
" " " " " 30 " " " = 0,97
" " " 26 " 32 " " " = 1,15
" " " " " 34 " " " = 1,30
" " " 27 " 36 " " " = 1,52
" " " " " 38 " " " = 1,70

Kubikmeter.

Daher Holzmasse der 20 cm Stärkestufe	= 0,40 ×	8 =	3,20		
" " " 22 " "	= 0,49 ×	17 =	8,33		
" " " 24 " "	= 0,59 ×	88 =	51,92		
" " " 26 " "	= 0,72 ×	163 =	117,36		
" " " 28 " "	= 0,84 ×	303 =	254,52		
" " " 30 " "	= 0,97 ×	268 =	259,96		
" " " 32 " "	= 1,15 ×	196 =	225,40		
" " " 34 " "	= 1,30 ×	82 =	106,60		
" " " 36 " "	= 1,52 ×	74 =	112,48		
" " " 38 " "	= 1,70 ×	24 =	40,80		
Summa des Buchenholzes excl. Stockholz			= 1180,57		

Kubikmeter.

B. Von der Schätzung nach König's Waldmassentafeln.

Schon im Jahre 1840 hat der nun verstorbene, in vieler Beziehung um das Forstwesen verdiente Oberforstrath König diese Tafeln auf Veranlassung der Kaiserlich Russischen Gesellschaft zur Beförderung der Waldwirthschaft veröffentlicht und diesem Vereine zur Erhaltung der Wälder verehrt, damals aber für die Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe besonders abdrucken lassen. Jetzt sind dieselben nach unserer Ansicht als veraltet zu betrachten und durch weit einfachere und zuverlässigere Methoden ersetzt worden. Wir dürfen uns daher auch bei der Behandlung der König'schen Massentafeln kurz fassen.

Dieselben sollen nämlich zu jeder Bestandeshöhe und Stammform und zu jedem Waldschlusse den erfahrungsmäßigen Holzgehalt auf einem preußischen Morgen ohne sonderliche Kenntnisse der Forsttaxation leicht und sicher

von Eichen- und Buchenbeständen,
von Fichten- und Tannenbeständen,
von Kiefern- und Lärchenbeständen,
von Erlen- und gemischten Niederwaldbeständen, sowie
von Birkenbeständen

angeben.

Seit der Zeit sind diese Tafeln nicht allein in alle Auflagen der Hilfstafeln zu König's Forstmathematik in fast unveränderter Form übergegangen, sondern in letzterer selbst ist eine nicht geringe Anzahl Blätter der Erklärung und Begründung dieser Tafeln gewidmet; so daß Anfänger leicht glauben könnten, es wären diese Waldschätzungstafeln in der Gegenwart wirklich noch ein zweckmäßiges Werkzeug der Bestandesschätzung. Die Grundlage derselben ist eine sehr unsichere, die mit derselben erreichbaren Resultate sind daher auch in der Mehrheit der Fälle ungenügend. Die Tafeln waren damals schon für die rohen russischen Verhältnisse berechnet und können darum jetzt um so weniger noch für unsere verfeinerten forstlichen Zustände empfohlen werden.

Ehe wir uns ein begründetes Urtheil über die praktische Bedeutung der fraglichen Tafeln für die Gegenwart bilden können, muß die Grundlage derselben zuvor mit kurzen Worten berührt werden.

Dieselben beruhen auf der richtigen Annahme, daß, wenn man die Kreisflächensumme G der Stämme auf einer Flächeneinheit (Morgen) mit der mittleren Scheitelhöhe H und der mittleren Formzahl f multiplicirt, man in dem Produkt die Masse M auf der Flächeneinheit

$$M = G \cdot H \cdot f$$

erhalte. Würden nun die hier nöthigen Formzahlen leicht anwendbare Durchschnittsformzahlen sein, oder etwa aus der jeweiligen Stärke des mittleren Modellstammes berechnet werden, geschähe auch die Ermittlung der Scheitelhöhe durch sorgfältige Messung mittelst Höhenmessern, und berechnete man endlich auch die Kreisflächensumme durch stammweise Aufnahme in bekannter Weise, dann wären alle die Masse bestimmenden Faktoren durch Messung (nicht Schätzung) bestimmt, und das Resultat müßte wenigstens so weit ein gutes werden, als es überhaupt möglich ist, aus der Wahl eines arithmetischen Mittelstammes den Inhalt des Be-

standes mit genügender Schärfe zu bestimmen. In diesem Falle würde aber auch das Verfahren grundsätzlich von dem der bayerischen Massentafeln nicht abweichen, letzteres sogar noch etwas genauer sein, d. h. die König'schen Waldbestandstafeln wären entbehrlich.

Würden dagegen nur die beiden ersten Faktoren G und H in der oben angeführten Weise durch sorgfältige direkte Messung in Rechnung gezogen, die mittlere Formzahl aber nach dem Augenmaß eingeschätzt, alsdann fiele das Verfahren mit dem §. 40 A. beschriebenen zusammen, wäre so gut wie jenes mit den dort gerügten Mängeln behaftet, hätte vor jenem nur das Eine voraus, daß man das Produkt der drei Faktoren, nämlich G . H . f in den Massentafeln pro Flächeneinheit (Morgen) schon fertig berechnet fände.

Hiermit hätte man aber immer erst den Massengehalt eines preußischen Morgens; um von diesem z. B. auf den Massengehalt eines 30 Morgen großen Bestandes sicher schließen zu können, müßte die Voraussetzung eintreffen, daß der eine Probemorgen an einer Stelle des Bestandes ausgewählt würde, welche ganz genau den mittleren Schluß, die Stärke und Höhe des ganzen Bestandes repräsentirte. Dies darf aber nur bei ganz gleichmäßig erzogenen Beständen vorausgesetzt werden. In unregelmäßigen Beständen hängt das Resultat daher nur vom Augenmaße ab, welches bekanntlich trügt und vor größeren Fehlern selbst dann nicht schützt, wenn man die Lückensumme nach König's Vorschlag überschlägt und in Abzug bringt.

Dadurch aber, daß beim Gebrauch der König'schen Waldbestandstafeln auch nicht ein einziger dieser Gehaltsfaktoren durch direkte Messung festgestellt werden soll, sinken die Tafeln bis zu dem rohesten Okularverfahren herab.

Die in den Tafeln enthaltenen Formzahlen beziehen sich nur auf die Wahrnehmung, daß mit der Höhe der Bäume die auf Brusthöhe berechneten Formzahlen abnehmen; man sieht daher von den übrigen die Formzahl bestimmenden Momenten wie Stärke und Alter der Bestände ab und setzt irrthümlich für gleich hohe Bäume auch gleiche Formzahlen voraus. Obgleich nun in den Tafeln für jede Holzart zehn verschiedene Schlußklassen angenommen sind, in

welchen doch begreiflicher Weise sehr abweichende Stärken und Alter vorkommen können, so ist für sämmtliche Schlußklassen, daher auch für alle Stärken und für verschieden-alterige Bestände doch nur eine Formzahl angenommen, welche der Stammbildung in vollen Waldbeständen entsprechen soll.

Zwar bemerkt König, daß, wenn die Stammform des Bestandes von derjenigen der Tafel erheblich abweiche, man hiernach die bezüglichen Inhaltsansätze berichtigen solle; aber hierin liegt zugleich das Geständniß, daß die Formzahl jedensalls noch besonders angesprochen werden muß, die in den Tafeln enthaltenen Formzahlen daher in Bezug auf die Formbestimmung ganz überflüssig sind.

Die wundeste Seite der Waldbestandstafeln ist aber, daß die Kreisflächensumme nicht durch direkte stammweise Aufnahme der Durchmesser bestimmt werden soll, sondern durch Benutzung der König'schen Lehre von den Abstandszahlen, deren Unwerth für ein rationelles Bestandesschätzungsverfahren wir schon auf Seite 232 u. f. nachgewiesen haben.

Noch muß daran erinnert werden, daß man bei Gebrauch der Abstandszahlen die Kreisflächensumme eines Bestandes immer nur summarisch erfährt; welchen Antheil bei gemischten Beständen die einzelnen Holzarten an letzterer nehmen, läßt sich direkt nicht bestimmen, sondern nur mittelst Okularschätzung beiläufig angeben. Da nun in der Natur sehr viele gemischte Bestände vorkommen, so traf König, um seine Waldmassentafeln auch zur Massenermittlung der einzelnen Holzarten solcher Bestände verwenden zu können, die gewiß eigenthümliche Bestimmung, man solle erst die Holzmasse des Bestandes ohne Berücksichtigung der verschiedenen Holzarten berechnen, alsdann den Sortengehalt in Zehntheilen des Ganzen ansprechen und schließlich den ganzen Massengehalt mit diesen Zehntheilen multipliciren, um den Gehalt der einzelnen Holzarten zu finden.

Gegen eine solche Bestimmung spricht die Schwierigkeit, den Holzsortengehalt in Zehntheilen genau und rasch ansprechen und bei gemischten Beständen die richtige durchschnittliche Formzahl nach dem Augenmaß einschätzen zu können, da bekanntlich verschiedene Holzarten auch sehr verschiedene Formzahlen besitzen.

Die König'schen Waldbestandestafeln haben daher aus all' diesen Gründen nach dem jetzigen Standpunkte der Bestandesschätzung keinen praktischen Werth mehr.

5. Von der Bestandes-Aufnahme nach Preßler's Grundstärken- und Richthöhen-Methode.

§. 42.

Wie man nach dieser Methode den Kubikinhalt einzelner stehender Bäume berechnet, wurde bereits §. 31 gelehrt. Wir haben daselbst unsere Ansicht dahin ausgesprochen, daß das Verfahren von denjenigen als ein Fortschritt in der Holzmeßkunst bezeichnet werden müßte, welche in die Lage kämen, die Schaftmasse einzelner stehender Bäume zu ermitteln. Professor Preßler glaubte nun auch sein Verfahren für die Aufnahme ganzer Bestände (und dies ist ja die Hauptsache) empfehlen zu können, indem er die Meinung aussprach: „daß sein Verfahren das einfachste, sicherste und allgemein anwendbarste sei von allen, die bereits erdacht worden sind oder noch erdacht werden können" *).

Da, wenn diese Ansicht richtig wäre, die Bestandesschätzung ihren höchsten Gipfelpunkt erreicht hätte, so erscheint eine nähere Beleuchtung der Methode um so nothwendiger, da auch Professor Breymann von seinem §. 40 B. besprochenen Verfahren eine ähnliche Meinung hat.

Jeder Weg, welcher in einfacher und hinreichend sicherer Weise zum Kubikinhalt eines einzelnen Baumes führt, muß natürlich auch zur Ermittlung der Bestandesmassen geeignet sein. Auch mit Preßler's Methode können daher Bestandesschätzungen gemacht werden. Man kluppirt nur den Bestand stammweise aus, wählt hierauf entweder für den ganzen Bestand nur einen mittleren Modellstamm auf bekannte Weise aus, oder bestimmt, im Falle es nöthig erscheint, für jede Stärkestufe oder Stärkeklasse einen solchen; berechnet alsdann nach Preßler dieselben in mehreren Exemplaren, worauf sich der Inhalt des Bestandes oder der betreffenden Stärkeklasse ergibt, indem man den mittleren Inhalt der zusammengehörigen Modellstämme mit der Stammzahl des Bestandes oder der Klasse multiplicirt.

*) Tharander Jahrbuch. XII. Band. Seite 174.

Angenommen man habe für die 1223 Buchen in Muster 1 (Seite 186) den arithmetischen Mittelstamm 0,30 m stark gefunden, von dieser Stärke dann 6 Stämme im Bestande ausgewählt, den Kubikinhalt jedes einzelnen nach §. 31 aus Grundstärke (0,30 m) und Richthöhe ermittelt, die 6 Inhalte addirt, dann durch 6 dividirt und den Quotienten = 1,3 Kubikmeter erhalten, so wäre die Masse der sämmtlichen Buchen des Bestandes

$$M = 1223 \times 1{,}3 = 1590 \text{ Kubikmeter.}$$

Hat man jedoch mehrere Stärkeklassen ausgeschieden, in jeder derselben die Stammzahl ermittelt und mittlere Modellstämme ausgewählt, so wiederholt sich das Verfahren an jeder Stärkeklasse in der eben gezeigten Weise.

Die Methode ist daher da, wo man die Richthöhe leicht und genau bestimmen kann, (aber dies ist bekanntlich die schwache Seite des Verfahrens), jedenfalls einfach, weil nach ihr das Fällen von Probestämmen entbehrlich wird. Die wichtigere Frage ist aber, ob nach dieser Methode die Resultate in jeder Beziehung denen anderer Verfahren gleich kommen. Diese Frage glauben wir verneinen zu müssen; denn es ist unsere Ansicht: daß die Preßler'sche Methode — auf **Bestandesmassenschätzung** angewendet — weit ungenauer ist, als die seitherigen Methoden, welche Probestämme fällen, daß sie sich auch mit Schätzungshilfen, welche sich auf das Prinzip der bayerischen Massentafeln gründen, nicht wohl vergleichen läßt, noch weniger dieselben zu verdrängen im Stande sein wird.

Um diese Ansicht zu begründen, wenden wir uns zunächst zur Vergleichung des Preßler'schen Verfahrens mit der seither üblichen Methode die Probestämme zu fällen.

Wenn man den Kubikinhalt eines z. B. 1000 Stämme enthaltenden Bestandes dadurch zu bestimmen sucht, daß man nach Preßler den Kubikinhalt eines oder mehrerer Modellstämme ermittelt und den mittleren Inhalt derselben mit der Stammzahl (1000) multiplicirt, so ist dies nur dann richtig, wenn:

A) der Inhalt des gewählten Mittelstammes auch das wahre Mittel des Bestandes in sich schließt, welches sich ergibt, wenn man den wirklichen Inhalt sämmt-

licher Stämme desselben mit deren Stammzahl (1000) dividirt, und wenn

B) der Schaftgehalt des gewählten Modellstammes nach dem Preßler'schen Verfahren auch unter allen Umständen vollständig richtig gefunden wird.

Hierbei sehen wir von der Ast-, Reis-, Wurzel- und Stockholzmasse, welche nach Preßler's Methode immer eingeschätzt werden muß, vorläufig gänzlich ab.

ad A) Diese Voraussetzung wird in der Regel nicht eintreffen, denn vergleicht man mehrere, selbst viele (z. B. 1000) Stämme gleicher Grundstärke, gleicher Höhe, auch annähernd gleicher Alter und gleicher Holzart miteinander, so wird vielleicht jeder einen andern Inhalt zeigen, ja es können sogar, wenn auch nur selten, noch Differenzen bis zu 20% stattfinden. Kein Taxator wird daher im Stande sein, z. B. unter 1000 Stämmen nach dem Augenmaße immer denjenigen herauszuwählen, welcher gerade dem oben erwähnten mittleren Inhalte der Klasse entspricht; ja es wird sogar Regel sein, daß selbst der geübteste Schätzer bei diesem Geschäft bald kleinere, bald größere Fehler begeht.

Wäre diese Ansicht irrig, dann hätte man ja bei dem seither üblichen Verfahren der stammweisen Auszählung, verbunden mit nachheriger Fällung der ausgewählten Modellstämme, immer und unter allen Umständen den Kubikinhalt eines Bestandes vollständig richtig finden müssen; es sind aber Fälle bekannt, wo sich, namentlich bei beengten Probefällungen oder bei nicht sehr regelmäßigen Beständen, Differenzen bis zu 10% und mehr ergeben haben. Da nun in der **Auswahl** der Probestämme das Preßler'sche Verfahren von dem seither üblichen, die Probestämme zu fällen, in gar nichts abweicht, so müssen bei Ersterem auch nur von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet und bei dem Zusammenwirken ungünstiger Verhältnisse schon Fehler bis zu dem angeführten Betrage möglich sein. Beide Methoden stehen daher in dieser Hinsicht ganz gleich.

Höchstens könnte man noch einwenden, daß es nach der Preßler'schen Kubirungsregel möglich wäre, eine größere Anzahl Probestämme auszuwählen und zu kubiren und somit auch dem wahren Mittelstamm näher zu kommen; diesem Einwand läßt sich aber entgegensetzen, daß alsdann auch

das Verfahren wieder zu umständlich und zeitraubend würde. Endlich müssen wir wiederholt darauf aufmerksam machen, daß zu einer Einschränkung der Probefällungen aus den im §. 40 B entwickelten Gründen in der Regel gar kein Grund vorhanden ist.

ad B) In dieser Beziehung neigt sich die Waagschale sehr zu Gunsten des seither üblichen Verfahrens, die Probestämme zu fällen. Wir haben, um nur ein Beispiel anzuführen, in einem fast gleich hohen, gleich alterigen und in den Stärken sehr wenig verschiedenen Kiefern-Bestande (die meisten Stämme hatten in Brusthöhe eine Stärke von 0,20—0,30 m) bei drei aufeinander folgenden Messungen, gleich starker und gleich hoher Stämme, Abweichungen gegenüber dem als richtig anzunehmenden Sektionsverfahren von 6, 8 und 16 Procenten im Durchschnitt daher von 10 Procenten gefunden; müssen jedoch in Bezug hierauf noch besonders hervorheben, daß diese Resultate nicht an stehenden Bäumen, wie es nach Preßler's Methode geschehen soll, sondern an gefällten Stämmen erhalten wurden, wo es möglich war, den Richtpunkt und die Richthöhe durch direkte Messung auf das Schärfste zu bestimmen.

Nimmt man nun an, daß nach A in Folge einer fehlerhaften Auswahl des mittleren Modellstammes schon ein Fehler vielleicht nur von 5 Procenten begangen würde, eine Annahme, die bei nur einigermaßen unregelmäßigen Beständen gewiß häufig gerechtfertigt erscheint, so würde nach dem Preßler'schen Verfahren, da schon der Modellstamm durchschnittlich um 10 Prozent falsch kubirt wurde, in diesem Falle das Resultat um 15 Prozent falsch gefunden, während, wenn man die obigen drei Probestämme gefällt hätte, nur ein Fehler von 5 Prozent entstanden wäre. In der Wirklichkeit aber, wo man unter erschwerenden Umständen die Richthöhe vielleicht um 2—3 m fehlerhaft bestimmt, würde sich das Resultat noch ungünstiger gestalten.

Erwägt man noch ferner, daß nach Preßler's Methode nur die Schaftholzmasse ausgedrückt in Kubikmetern erhalten wird, man aber mittelst Fällung der Probestämme auch die Schaftmasse getrennt nach Sortimenten (Scheit- und Prügelholz) und überdieß noch die Ast-, Reis-, Wurzel- und Stockholzmasse durch direkte Messung erhält, dann ist es in der That schwer einzusehen, warum das Verfahren so viele Vorzüge in sich vereinigen soll.

Was nun die Stellung des Preßler'schen Verfahrens zu den bayerischen und noch mehr zu den jetzt zu schaffenden vervollkommneten Massentafeln betrifft, so wird dasselbe wohl nie den Sieg über solche Tafeln erringen, dafür ist das Prinzip der Massentafeln zu richtig. Für diese Ansicht spricht schon die Erfahrung, daß das Preßler'sche Verfahren, trotz wiederholter lebhafter Anpreisung, bis jetzt so wenig Boden sich zu erobern vermochte, während z. B. von dem Draudt'schen Verfahren, welches ganz anspruchlos in die Welt gesetzt wurde, und von den bayerischen Massentafeln das Umgekehrte gilt.

Es kann nämlich bei Vergleichung des Preßler'schen Verfahrens mit guten Massentafeln nicht genug hervorgehoben werden, daß gleich starke, gleich hohe und gleich alte Bäume immer noch sehr verschiedene Inhalte haben können. Es bleibt daher mehr ein Akt des Zufalls, wenn es gelingt, aus einer großen Anzahl solcher Stämme immer den wahren Mittelstamm auszuwählen, welcher seinem Inhalte nach dem Durchschnitt aller Stämme entspricht. Nun aber enthalten bekanntlich nach dem Prinzip der bayerischen Massentafeln aufgestellte Schätzungshilfen die Resultate solcher Durchschnittszahlen, und es ist darum klar, daß die Ansätze in denselben, wieder auf eine größere Anzahl Stämme angewendet, wie solches ja gerade bei den Holzbeständen der Fall ist, genauere Resultate als einzelne Modellstämme liefern müssen. Der Vorwurf, „man spekulire bei Anwendung von Massentafeln mit dem Zufall," trifft daher weit mehr das Preßler'sche Verfahren.

Um die Unzuverlässigkeit der bayerischen Massentafeln zu beweisen, erwähnt Preßler in den Tharander Jahrbüchern und in seinen neuen holzwirthschaftlichen Tafeln (Seite 197) zweier Fichten, die gleiches Alter (95 Jahre), gleiche Höhe (88 Fuß) und nahe gleichen Inhalt (71 und 72¼ Kubikfuß) hatten, von welchen aber bei Anwendung der bayerischen Massentafeln die eine (welche nur 16⅕ Zoll Durchmesser hatte) 78, die andere dagegen (in Folge weit hinauflaufender Wurzeln 18⅖ Zoll messend) 96 Kubikfuß ergeben habe.

Hier hat Preßler offenbar absichtlich zwei Baumextreme aufgesucht; daß man durch solche ungerechte Waffen das treffliche Prinzip einer Methode nicht niederwirft, bedarf keines weiteren Beweises.

Hätte Preßler, wie es sein soll, vielleicht nur 60 solche Stämme in Frage gezogen, den Inhalt eines Stammes in den Tafeln aufgeschlagen und denselben mit 60 multiplicirt, alsdann würde er höchst wahrscheinlich ein weit richtigeres Resultat als nach seinem eigenen Verfahren erhalten haben.

Wir wollen nicht in Abrede stellen, daß wenn man in einem Bestande nach Preßler eine größere Anzahl Stämme berechnet, das Plus und Minus des Fehlers sich vielleicht ziemlich ausgleichen kann, dieses wirkt aber begreiflicher Weise hier nicht entscheidend, da bei Probestämmen, welche man immer nur in geringer Zahl auswählen kann, nur der Einzelfehler maßgebend ist.

II. Von der stammweisen Aufnahme der Bestände nach Stärke- und Höhenklassen.

1. Von der Bedeutung und Zahl der Höhenklassen.

§. 43.

Bei den in den Paragraphen 38—42 dargestellten Methoden gingen wir von der Voraussetzung aus, daß in den Höhen der einzelnen Stämme des aufzunehmenden Bestandes keine erheblichen Differenzen vorkämen, oder daß sich wenigstens die Höhen und Formzahlen in einem derartigen abhängigen Verhältnisse zur Stammstärke befänden, daß auch größere Höhenunterschiede auf die Richtigkeit des Resultates nur einen untergeordneten Einfluß. auszuüben vermöchten. Wir setzten mit andern Worten regelmäßig erzogene, im Alter, in der Beastung und in der Standortsgüte wenig verschiedene Bestände voraus, in welchen den stärkeren Stämmen verhältnißmäßig größere, den schwächeren aber verhältnißmäßig geringere Höhen entsprechen.

In vielen Beständen darf man aber diese Voraussetzung nicht machen. So weichen z. B. in Femel- und Mittelwaldungen die sehr verschieden alterigen Stämme, selbst bei gleicher Stärke, oft in den Höhen und Formzahlen sehr beträchtlich von einander ab. Aehnliches findet man auch in Hochwaldbeständen mit sehr wechselnden Bodenverhältnissen und verschiedener Art ihrer Begründung.

In allen solchen Fällen, die nicht selten sind, genügt daher die alleinige Aufnahme des Bestandes nach Stärkeklassen nicht und man ist neben diesen noch zur Ausscheidung besonderer Höhenklassen gezwungen, um so die Baumformen in engere Grenzen zwängen und die Holzmassen sicherer bestimmen zu können.

Durch die Ausscheidung von Höhenklassen (gleichzeitig neben

den Stärkeklassen) wird natürlich die stammweise Auszählung und Massenermittlung des Bestandes wesentlich erschwert.

Es entsteht daher die wichtige Frage, wie weit lassen sich die Höhenklassen begrenzen, um letztere, ohne wesentliche Beeinträchtigung des Resultates, auf ein Minimum zu reduciren? Die Beantwortung dieser Frage hängt mit der Verschiedenartigkeit der Stammformen und Stammdimensionen, sowie dem beabsichtigten Grade der Genauigkeit zusammen. Eine ganz bestimmte Regel hiefür läßt sich daher auch theoretisch nicht wohl geben. Die Bildung der Höhenklassen wird stets mehr Sache der Erfahrung und praktischer Erwägungen bleiben.

In weniger unregelmäßigen und ziemlich gleich alterigen Hochwaldbeständen reichen oft zwei Höhenklassen aus, in unregelmäßigen Femelwaldungen nimmt man deren vielleicht drei an und bei der Aufnahme des Oberholzes in Mittelwaldungen muß man sich unter Umständen zu vier Höhenklassen entschließen, im Falle vorzügliche Resultate erzielt werden sollen.

Die Annahme von noch mehr Höhenklassen erscheint uns unnöthig, auch deßhalb schon unthunlich, weil die Höhen bei der Bestandesauszählung natürlich nach dem Augenmaß eingeschätzt werden müssen, der geübteste Schätzer aber für die Dauer nicht im Stande sein wird, mehr Höhenklassen scharf zu unterscheiden. Bei minderem Genauigkeitsgrade, oder wenn sich in den Höhen und Formzahlen dem Anscheine nach doch noch einiger Zusammenhang zwischen der Stärke der Stämme zeigen sollte, motiviren unter Umständen Höhendifferenzen von 5—6 Meter namentlich dann noch nicht die Bildung von Höhenklassen, wenn bei der späteren Auswahl der Probestämme mit der nöthigen Umsicht verfahren wird.

Es braucht kaum noch erwähnt zu werden, daß man einzelne besonders alte oder starke Stämme, welche hinsichtlich ihrer Form mit dem Hauptbestande auch nicht den geringsten Zusammenhang haben, besser abgesondert berechnet, und dabei etwa Massentafeln, die Formzahlmethode oder Okularschätzung in Anwendung bringt. Namentlich wird sich in solchen Fällen die Fällung von Probestämmen, der Geringfügigkeit des Objekts wegen, nicht verlohnen.

Ebenso siedeln sich unter dem Hauptbestande, insbesondere wenn derselbe aus sich frühzeitig lichtenden Holzarten zusammengesetzt ist, öfter Schatten liebende oder Schatten ertragende Holzarten an,

die meist durch einen schlank aufgeschossenen Wuchs charakterisirt sind. (Z. B. unter älteren Kiefernbeständen auf kräftigem frischem Boden natürlicher Anwuchs von Buchen oder Fichten, bei geeignetem Standorte selbst Eichen.) Dieser Unterwuchs bedarf gleichfalls einer getrennten Aufnahme. Da es sich hier aber meist um verhältnißmäßig geringe Massen handelt, so dürfte eine Okularschätzung schon wegen der Schwierigkeit der stammweisen Aufnahme immer am Platze sein, wenn man nicht vorzieht, durch den hier schadlosen kahlen Abtrieb einer Probefläche den fraglichen Massengehalt zu ermitteln.

2. Von den verschiedenen Arten der Aufnahme nach Stärke- und Höhenklassen.

§. 44.

Bei der praktischen Ausführung einer Bestandesaufnahme nach Stärke- und Höhenklassen können zwei Fälle vorkommen, welche eine wesentliche Verschiedenheit in der Behandlung verlangen. Es können nämlich: die einer Aufnahme nach Höhenklassen bedürfenden Stämme eines Bestandes auf der Bestandesfläche getrennt auftreten, oder in bunter Mischung unter einander stehen.

A. Von der Bestandes-Aufnahme nach flächenweise getrennten Höhen.

Dieser in der Natur häufig vorkommende Fall ist der einfachste, denn er läßt sich auf die in den Paragraphen 38—42 abgehandelten Methoden, wobei keine Höhenklassen ausgeschieden wurden, zurückführen. Er kann in der Ebene, noch mehr aber im Hügellande und im Gebirge und zwar überall da auftreten, wo in ein und demselben Bestande wesentlich verschiedene, aber flächenweise getrennte Bonitäten vorkommen, so daß die Stämme, ob zwar gleichen Alters, doch eine wesentliche Verschiedenheit in der Höhe und in der Form zeigen. Denken wir uns z. B. in der Ebene einen Bestand, der größtentheils auf einem der vorhandenen Holzart zusagenden kräftigen und frischen Boden stockt, aber nebenbei noch von einem versumpften Streifen durchzogen ist, so wird der Wuchs auf diesem Streifen, dieselbe Holzart vorausgesetzt,

von dem übrigen Theile des Bestandes sicher in Höhe und Form abweichen.

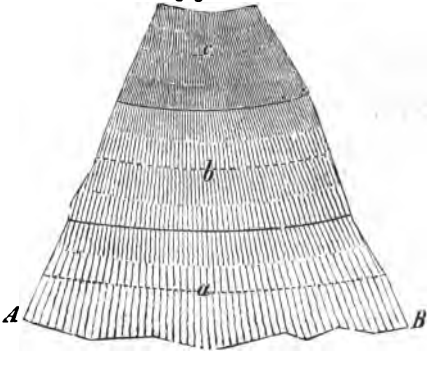
Aehnliches kann z. B. im Hügelland in einem Bestande mit im Allgemeinen günstigen Standortsverhältnissen vorkommen, welcher statt eines versumpften Theiles Stellen zeigt, an welchen zusammenhängende Felsmassen fast zu Tage treten, die den Höhenwuchs wesentlich stören.

Dieselbe Beobachtung macht man namentlich an mehr südlich gelegenen Abhängen im Gebirge, wo der Höhenwuchs in der Regel in der Tiefe am größten ist und allmälig nach dem Gipfel oder Kamme des Berges hin abnimmt; so daß, selbst ein gleiches Alter des Bestandes vorausgesetzt, zwischen den Höhen auf dem Gipfel und denjenigen im Thale Differenzen von 15 und mehr Metern stattfinden können.

In den beiden ersten Fällen sind die Bonitäten und auch die Höhen deutlich begrenzt; man hat daher nur nöthig, beide Bonitäten im Bestande abzuscheiden, und die jeder derselben entsprechende Fläche getrennt aufzunehmen. Es fällt das Verfahren ganz mit den unter I. dieses Kapitels beschriebenen Methoden zusammen, denn die stammweise Aufnahme, die Auswahl und Berechnung der Probestämme und der gesammten Holzmasse kann ganz wie dort geschehen, wenn man nur den zu einer gleichen Bonität gehörigen Theil des Bestandes als einen besonderen Bestand auffaßt und behandelt und schließlich die verschiedenen Ergebnisse addirt. *Eine Ausscheidung von Höhenklassen im strengen Sinne des Wortes kommt daher hier, wo eine getrennte Aufnahme der Bestandestheile stattfindet, gar nicht vor.*

Im dritten Falle, etwa an Bergabhängen, finden eigentlich unzählige Bonitäten statt; fast jede bedingt einen etwas anderen Wuchs, die Höhen laufen in der Regel allmälig in einander über. Um hier mit möglichst wenigen Höhenklassen doch ein möglichst gutes Resultat zu erhalten, dürfte es am richtigsten und bequemsten für die Aufnahme sein, den Bestand (Fig. 55) ziemlich

Fig. 55.



parallel zum Fuße AB des Abhanges, je nach Umständen in zwei oder drei Streifen, a, b und c zu theilen, jeden Streifen gesondert und ohne Ausscheidung von Höhenklassen aufzunehmen, zu berechnen und schließlich die Inhalte der Streifen zu addiren. Die Auswahl der Probestämme würde dann am besten in der Mitte der Streifen, wie dies durch die punktirten Linien angezeigt ist, vorgenommen. Das Verfahren stimmt daher auch hier mit dem unter I. dieses Kapitels beschriebenen überein, wenn man sich den fraglichen Bestand nur in mehrere Theile (z. B. a, b und c) zerlegt denkt und jeden besonders berechnet.

B. Von der Bestandes-Aufnahme nach in bunter Mischung unter einander stehenden Höhen.

Treten die verschiedenen Höhen eines Bestandes in bunter Untermischung auf, so bietet die Aufnahme und Massenermittlung größere Schwierigkeiten dar. Entweder wechseln dann in dem Bestande die Bonitäten fast jeden Augenblick oder, was noch häufiger der Fall ist, es handelt sich um einen sehr verschieden alterigen, der Femelwirthschaft, dem Mittelwaldbetriebe u. s. w., angehörigen, oder aus diesen Betriebsarten in den Hochwald übergeführten Bestand.

In normal beschaffenen Mittelwaldungen, in welchen sich die Altersklassen mit ziemlicher Bestimmtheit unterscheiden lassen, werden dieselben am sichersten für sich nur nach Stärkeklassen aufgenommen und berechnet. In unregelmäßigen Mittelwaldungen jedoch, sowie in Femelwaldungen und allen übrigen hierher gehörigen Fällen, bleibt kein anderes Mittel, als wirkliche Höhenklassen bei der Aufnahme auszuscheiden und jeden Baum durch Ansprechen seiner Höhe nach dem Augenmaß in die entsprechende Klasse einzureihen.

Für die stammweise Aufnahme der Bestände nach Stärke- und Höhenklassen empfiehlt sich folgendes Muster 6 in Folioformat:

Muster 6.

Durchmesser bei 1,3 m über der Erde. Centimeter	Buchen				Eichen		Bemerkungen
	I. Höhenklasse	Summe	II. Höhenklasse	Summe		Summe	
20		9		23			
22		32		29			
24				36			
		68					
26						24	
				57			
		123					
28						53	
		157		94			
30							
						68	
		207		132			
32							
						98	
		153		103			
34		58		39		59	
36		35		11		32	
38		13		8		18	
40		7		2		8	
42		2				2	
	Summe	864		534		364	

Es unterscheidet sich dasselbe von Muster 1 nur darin, daß hier für eine Holzart (z. B. Buchen) mehrere Höhenklassen ausgeschieden werden. Die stark gezogenen Vertikalspalten werden erst nach Einsicht der speciell vorliegenden Bestandesverhältnisse gezogen. Sind in dem Bestand etwa Buchen vorherrschend, so wird für dieselben ein größerer Raum vorgesehen, als für Eichen und umgekehrt. Aus Muster 6 folgt ferner, daß für Eichen nur 1 Höhenklasse gebildet wurde; in andern Beständen können wieder 2 Höhenklassen für Eichen und etwa nur eine oder auch zwei für Buchen gebildet werden. Es richtet sich die Zahl starkgezogener Vertikallinien deßhalb immer nach dem lokalen Bedürfniß. Besteht ein Bestand nur aus einer Holzart, so sind nur so viele vertikale Rubriken nöthig, als zur Abscheidung der verschiedenen Höhenklassen gehören.

Die stammweise Aufnahme eines Bestandes nach diesem Muster geschieht in ähnlicher Weise, wie dies §. 38 näher dargestellt wurde, nur hat der Taxator (Protokollführer) die Aufgabe, hierbei nicht allein die durch die Kluppenführer ausgerufenen Durchmesser einzutragen, sondern auch im Momente, als die Kluppe angesetzt wird, einen Blick in die Höhe zu werfen, um den Stamm gleichzeitig in die richtige Höhenklasse einzuschätzen, worauf erst der Eintrag in die betreffende Stelle des Musters geschieht.

Hierbei ist zwar Geschick und einige Uebung erforderlich, die man sich aber bald erwirbt, da es ja hierbei zunächst nicht darauf ankommt, die Höhe des betreffenden Baumes in Längeneinheiten (Metern) anzugeben, sondern nur mit Sicherheit zu bestimmen, in welche Höhenklasse derselbe einzutragen ist, d. h. ob er etwa bei drei Höhenklassen zu den höchsten, mittelhohen oder niedrigen Stämmen gehört. Ein richtiges Urtheil in dieser Hinsicht erhält man aber nur dann, wenn man vor Beginn der Aufnahme den Bestand nach allen Richtungen durchgeht und das Augenmaß, unter Umständen durch Messung einzelner zweifelhafter Stämme mittelst eines Höhenmessers, genügend befestigt.

Allerdings werden und müssen im Laufe der stammweisen Aufnahme einzelne Bäume vorkommen, bei welchen man in Zweifel ist, in welche Höhenklasse dieselben gehören, man wird jedoch hier den etwa möglichen Fehler dadurch zur Genüge ausgleichen, daß man solche zweifelhaften Stämme einmal eine Klasse höher, das nächste mal aber wieder eine Klasse tiefer setzt. Ueberhaupt muß hier zur Beruhigung ängstlicher Gemüther noch bemerkt werden, daß z. B. ein Fehler von nur 2—3^{cm} beim Messen von Stärken unter

Umständen mehr ausmacht, als eine fehlerhafte Bestimmung der Länge von 3 m.

In mehr geschlossenen Beständen — in welchen natürlich in derselben Zeit mehr Durchmesser gemessen und ausgerufen werden, als in lichten Beständen und in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen — erscheint es unter Umständen räthlich, nur einen Kluppenführer zu beschäftigen. Will man dennoch zwei Arbeiter verwenden, so muß man dieselben instruiren, daß sie sich bei dem Messen der Durchmesser nicht übereilen, damit man selbst auf die Schätzung der Höhen die nöthige Sorgfalt verwenden kann. Allerdings geht alsdann die Bestandesaufnahme etwas langsamer von Statten, aber es läßt sich dieses nicht ändern, der Waldbesitzer wird die wenigen Gulden mehr gerne aufwenden, wenn er nur auf ein zuverlässiges Resultat rechnen darf. Derjenige, welcher überhaupt der Ansicht ist, eine derartige stammweise Aufnahme sei im Großen nicht ausführbar, weil sie zu viel Zeit erfordere, zeigt hierdurch nur, daß er die Sache im Großen noch nicht mit der nöthigen Energie betrieben hat.

Der Verfasser kam in die Lage, eine Anzahl größere Reviere durch stammweise Auszählung theils nur nach Stärkeklassen, theils nach Stärke- und Höhenklassen aufnehmen zu müssen. Er beendigte die Aufnahme der der nächsten 20jährigen Periode zugetheilten haubaren Bestände bei anhaltender Beschäftigung in jedem Revier durchschnittlich in 4—6 Wochen, in welcher Zeit er Hunderttausende Stämme mit zwei Kluppenführern aufgenommen hat, ohne durch Ausscheidung von Probeflächen die Arbeit abzukürzen, wie das häufig geschieht. Zum Kluppiren wurde theils das Forstschutzpersonal, theils gewöhnliche Taglöhner verwendet. Am besten werden zur Führung der Aufnahmsprotokolle *rührige* Leute (tüchtige Forstkandidaten u. s. w.) verwendet, die bei gutem Willen mehr und billiger arbeiten, als schon etwas bequem gewordene ältere und höhere Forstbeamten, welche auch weit höhere Tagegelder beanspruchen. Letztere mögen die *leitenden Ideen* angeben, die im allgemeinen *mechanischen* Verrichtungen der Bestandesauszählung aber jüngeren, Ausbildung suchenden Kräften überlassen.

Nachdem in der eben besprochenen Weise die Stämme gemessen und auch ihrer Höhenklasse entsprechend eingetragen sind, werden die Summen der Stämme für jede Höhenklasse gezogen, wie solches aus dem angeführten Muster deutlich hervorgeht. Was die Massenberechnung des Bestandes anlangt, so kann diese ganz nach der unter I. dieses Kapitels gelehrten Weise geschehen, auch alle daselbst erwähnten Methoden können natürlich hierbei in Anwendung kommen.

Wir haben deßhalb auch nicht nöthig, das Verfahren hier nochmals zu beschreiben. *Nur das sei, um jedem Mißverständnisse vorzubeugen, noch erwähnt, daß für jede Höhenklasse Modellstämme ausgewählt werden müssen und auch die Berechnung der Massen getrennt nach Höhenklassen geschehen muß.* Man denkt sich einfach die einer Höhenklasse zugetheilten Stämme als einen Bestand für sich und berechnet die Masse derselben ganz nach der unter I. dieses Kapitels gelehrten Weise.

Nur die *Draudt'sche* und *Urich'sche* Methode gewähren auch hier den großen Vortheil einer *gemeinschaftlichen Aufarbeitung des Probeholzes aller Höhenklassen*, im Falle man in jeder Höhenklasse einen *gleichen Procentsatz Probestämme* auswählt. Sollte die Stammzahl in den einzelnen Höhenklassen jedoch beträchtlich abweichen, so daß die Auswahl eines *gleichen* Procentsatzes Probestämme in den verschiedenen Höhenklassen nicht zweckmäßig erscheint, dann muß natürlich eine *getrennte* Berechnung der Holzmasse der Höhenklassen auch bei dem *Draudt'schen* und *Urich'schen* Verfahren stattfinden.

Um beispielsweise den Massengehalt der Buchen in Muster 6 nach den bayerischen Massentafeln zu berechnen, hätte man zunächst mittelst eines Höhenmessers die Höhe einer entsprechend großen Anzahl (vielleicht 10 bis 20 Stück) der I. Höhenklasse angehörigen Musterstämme zu messen, die Ergebnisse zu addiren, und mit der Anzahl Messungen zu dividiren, um in dem Quotienten hinreichend genau die durchschnittliche Höhe der I. Höhenklasse zu erhalten. Angenommen man habe 30 ^{m} gefunden und das Alter des Bestandes sei etwas über 100 Jahre, so würde der Inhalt z. B. eines Stammes von 0,28 ^{m} (excl. Stockholz) nach den auf Metermaß umgerechneten *Behm'schen* Tafeln = 1,02 Kubikmeter gefunden. Da nun von 0,28 ^{m} Stärke 157 Stämme vorhanden sind, so wäre der Inhalt dieser Stärkestufe = $1{,}02 \times 157 = 160{,}14$ Kubikmeter. Ganz in derselben Weise wird auch der Massengehalt aller übrigen Stärkestufen *derselben* Höhenklassen gefunden. Bei Berechnung der II. Höhenklasse für Buchen und derjenigen für Eichen wäre dasselbe Verfahren einzuschlagen u. s. w.

Wir glauben selbst den Anfänger schon zu ermüden, wollten wir eine im Grunde so einfache Sache hier noch weiter ausspinnen.

Drittes Kapitel.

Von der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

I. Zweck und Wichtigkeit der Aufnahme nach Probeflächen.

§. 45.

Das Verfahren der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen besteht darin, daß man nicht wie im vorigen Kapitel jeden Stamm des Bestandes nach Stärke- und unter Umständen nach Höhenklassen aufnimmt, sondern in demselben nur auf einer kleineren Probefläche die Holzmasse speziell ermittelt und aus letzterer auf den Massengehalt des ganzen Bestandes schließt.

Die Aufnahme nach Probeflächen ist keine Erfindung der Neuzeit, sondern gehört mit zu den ältesten Schätzungsmethoden. Sie wurde vorzugsweise deßhalb in die Bestandesschätzung aufgenommen, weil man von der Ansicht ausging, die stammweise Aufnahme großer Bestände nehme zu viel Zeit und Kosten in Anspruch und sei darum nicht immer räthlich, um so mehr da nicht, wo man bei nur einigermaßen gleichmäßig bestockten Beständen auch schon aus der kleineren Probefläche mit hinreichender Sicherheit auf die Holzmasse des ganzen Bestandes schließen könne.

Obgleich wir an und für sich gar nichts gegen die Aufnahme nach Probeflächen einzuwenden haben, sogar der Meinung sind, daß dieselbe, so lange als überhaupt Bestände geschätzt werden, unter vielen Verhältnissen sehr vortheilhaft angewendet werden könne, so glauben wir doch, daß man ihr seither öfter eine zu große Ausdehnung eingeräumt hat. Es wurde der Zeitaufwand, welchen die stammweise Bestandesaufnahme erfordert, wie dies auch am Schlusse des vorigen Paragraphs erwähnt wurde, jedenfalls weit überschätzt, weil man früher das Verfahren wahrscheinlich zu wenig oder mit unvollständigen Hilfsmitteln versuchte und schon im Voraus vor der Messung einer kaum übersehbaren Anzahl Bäume, wie man sie in großen Beständen findet, zurückschreckte.

Allerdings hat der Blick in die Stammmengen eines größeren Bestandes etwas Abschreckendes und scheint die Ansicht eines Unerfahrenen ganz zu rechtfertigen, daß es kaum möglich sei, diese Stämme alle zu messen; aber vielfältige Untersuchungen haben den Verfasser überzeugt, daß die Arbeit eine verhältnißmäßig weit kleinere ist, als man vielfach anzunehmen gewohnt war.

Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes wollen wir hier einige unserer bezüglichen Erfahrungen mittheilen:

In den Jahren 1852–55 hatten wir in Hessen und Preußen mehrere Reviere einzurichten und die Holzmasse der ältesten 20jährigen Periode mittelst stammweiser Aufnahme mit der Kluppe aufzunehmen. Wenn wir auch damals den erforderlichen Stundenaufwand nicht aufzeichneten, so haben wir uns doch so viel notirt, daß man bei anhaltender Arbeit, *selbst wenn man nicht nach Probeflächen arbeitet*, in einem Reviere von 1500—2000 Hektaren in 4—6 Wochen die Bestände der ältesten Periode aufnehmen kann. Da das Kluppirungsgeschäft ein Forstkandidat besorgen kann, welcher sich vielleicht mit einem Tagegeld von 2,5 fl. begnügt, so würde die Arbeit, 6 Wochen à 6 Tage = 36 Tage vorausgesetzt, für den Taxator nur 36 × 2,5 = 90 fl. erfordern. Rechnet man ferner den Taglohn eines Arbeiters durchschnittlich = 1,2 fl., so macht dieses für zwei Kluppenführer 72 × 1,2 = 86,4 fl., im Ganzen daher für die stammweise Bestandesaufnahme im Wald = 90 + 86,2 = 176,2 fl., gewiß eine geringe Summe, im Verhältniß zur Sicherheit der Resultate, welche die stammweise Aufnahme gestattet.

In den Jahren 1855—60 hatten wir als Taxationslehrer an der böhmischen Forstschule in Weißwasser öfters Gelegenheit, Uebungen mit unsern Schülern in fraglicher Richtung anzustellen.

So wurden z. B. auf einzelnen Probejochen à 0,575 Hektar mit zwei Kluppenführern in haubaren Kiefernbeständen nach und nach gemessen:

1	Joch	mit	228	Stämmen	in	23	Minuten	oder	in	1 Stunde	595 Stämme.
1	„	„	286	„	„	27	„	„	„	1 „	635 „
1	„	„	329	„	„	28	„	„	„	1 „	705 „
1	„	„	240	„	„	22	„	„	„	1 „	655 „
3,3	„	„	629	„	„	60	„	„	„	1 „	629 „
7,3	„	„	1712	„	„	160	„	„	„	1 „	642 „

Es wurden daher 7,3 Joch = 4,2 Hektar mit 1712 Stämmen in 2 Stunden und 40 Minuten aufgenommen. Der Zeitaufwand pro Hektar betrug daher 38 Minuten und die Stammzahl pro Stunde 642 Stämme.

Im Jahre 1860 maßen wir als Verwalter der Oberförsterei Schiffenberg bei Gießen in einem 50jährigen Kiefernbestand mittelst zwei Kluppenführern in 8 Stunden 25 Minuten 10308 Stämme, d. h. pro Stunde 1225 Stämme; desgleichen in einem geschlossenen 40jährigen Kiefernbestande in 5 Stunden

30 Minuten 5861 Stämme oder pro Stunde 1066 Stämme. Es wurden in beiden Fällen alle Kräfte angestrengt und sind dies die höchsten Resultate, welche wir bis jetzt erzielten.

Im Jahre 1863 hatten wir als Oberförster der Oberförsterei Mittelbick in einem Gemeindewald von 650 Hektaren die Holzmasse der ältesten 20jährigen Periode zum Zwecke einer Forsteinrichtung aufzunehmen. Die aus Kiefern und Eichen meist gemischten Bestände waren nicht sehr regelmäßig, und so entschlossen wir uns zur stammweisen Aufnahme mit Vermeidung aller Probeflächen. Wir beschäftigten stets zwei Kluppenführer, folgendes die Resultate der einzelnen Bestände:

Zeitaufwand		Holzarten		Zusammen
Stunden	Minuten	Kiefern	Eichen	
3	55	2451	1223	3674
6	25	3626	1891	5517
10	30	5341	2328	7669
6	45	4166	1370	5536
6	35	6430	222	6652
4	20	3057	203	3260
10	38	6795	1324	8119
5	—	2710	311	3021
6	15	3074	1213	4287
1	30	516	98	614
1	—	506	42	548
6	30	4081	317	4398
1	—	369	281	650
70	23	43122	10823	53945

Es wurden daher in 70 Arbeitsstunden 23 Minuten 53945 Stämme von 2 Arbeitern mit der Kluppe gemessen. Die Stämme befanden sich auf 134 Hektaren. Es kommen daher durchschnittlich

auf 1 Stunde 765 Stämme und
„ 1 Minute 13 Stämme.

Rechnet man den Tag zu 8 Arbeitsstunden, so wurden in runder Summe täglich durchschnittlich 6000 Stämme aufgenommen, welche auf 15 Hektaren stockten.

Je nach der Beschaffenheit, Dichte, Lage, Begründungs- und Holzart*)

*) Auch von der Holzart hängt der mehr oder weniger rasche Verlauf der Arbeit ab; so braucht man z. B. bei der hartborkigen Eiche, bei welcher der Kluppenführer mitunter den Baumreißer 3—4mal ansetzen muß, bevor der Baum kenntlich genug gezeichnet ist, mehr Zeit, als wie bei glattborkigen Holzarten, wo ein einziger Riß in der Regel genügt.

des Bestandes kann ein einziger Protokollführer mit zwei Kluppenführern täglich 2000—10000 Stämme ohne Ueberarbeitung aufnehmen.

In regelmäßigen Pflanz- oder Saatverbänden, in welchen jeder Kluppenführer eine Reihe vornehmen kann, sich nicht nach seinem Nachbar umzusehen noch nachzuforschen hat, ob kein Stamm vergessen worden ist, läßt sich die Arbeit — umsomehr bei nicht zu engem Verbande — am schnellsten zu Ende führen.

Die Aufnahme des Oberholzes in Mittelwäldern geht wegen des störenden Einflußes des Unterwuchses langsamer, überhaupt wird man hier selten mit Probeflächen arbeiten können.

Unsere vorstehenden Erfahrungen stimmen auch mit denen des jetzigen Professors R. Heß nahezu überein. Derselbe hat*) 63223 Stämme mit zwei Arbeitern in 93 Arbeitsstunden aufgenommen, so daß:

auf 1 Stunde im ungünstigsten Falle 422 Stämme,
" " " " günstigsten " 971 "
" " " " Mittel- " 680 " fallen.

Weiter spricht sich Heß (Seite 369 des genannten Aufsatzes) dahin aus, daß er unsere in diesem Lehrbuche niedergelegten Andeutungen und Bemerkungen hinsichtlich der beim Auszählungsgeschäft in's Auge zu fassenden Umstände und gemachten Erfahrungen ꝛc. „in jeder Weise vollkommen bestätigt gefunden habe," und daß deßhalb unsere Ansicht, die Auszählungen wo möglich auf die ganzen in der I. Periode zum Abtrieb gelangenden Bestände auszudehnen, statt mit Probeflächen zu arbeiten, die vollste Beachtung der Waldbesitzer verdiene.

Es dürfte darum kaum ein Waldbesitzer, dem es um scharfe Resultate zu thun ist, und der sich einmal zu der oft 6—8mal kostspieligeren forstwirthschaftlichen Vermessung und Kartirung seiner Waldungen entschlossen hat, die wenigen Gulden scheuen, welche die stammweise Aufnahme der haubaren, aber nicht ganz gleichmäßig bestockten Bestände mehr kostet.

Bei der vielfach üblichen Okularschätzung und anderen oberflächlichen Methoden hat man häufig, um ja nicht zu hoch zu schätzen, die Ansätze lieber etwas niedriger gestellt. Wendet man ein zuverlässiges Verfahren an, so schwindet diese Besorgniß, und der Besitzer wird schon deßhalb für einen etwas größeren Kostenaufwand entschädigt, weil das Schätzungsergebniß häufig aus diesem Grunde etwas höher ausfallen dürfte.

*) Vergl. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1866, Seite 365 u. f.

II. Von den verschiedenen Methoden der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

1. Von der Aufnahme nach Probeflächen mit Flächenmessung.

§. 46.

Bei Anwendung dieses Verfahrens muß man sowohl den Flächeninhalt des ganzen Bestandes, als auch denjenigen der Probefläche kennen. Läßt sich die Bestandesfläche nicht aus einer vorausgegangenen forstwirthschaftlichen Vermessung entnehmen, was aber meist der Fall sein dürfte, so ist sie nach den Regeln der Flächenmeßkunst für den vorliegenden Zweck entsprechend genau zu vermessen*).

Die Probefläche dagegen muß bei jeder Aufnahme zuvor abgesteckt und vermessen werden, weil die Größe derselben nicht konstant bleibt, sondern sich nach der örtlichen Bestandesbeschaffenheit richtet. Die bei diesem Verfahren vorkommenden Arbeiten werden am besten in folgender Ordnung vorgenommen:

A. Die Auswahl der Probeflächen.

Die Auswahl der Probeflächen ist die schwierigste und wichtigste Verrichtung bei der ganzen Bestandesaufnahme, denn soll die Holzmasse des Bestandes richtig bestimmt werden, so muß die Probefläche gewissermaßen das Modell und daher auch das Maß für den ganzen Bestand abgeben. Wären die Stämme über den ganzen Bestand gleichmäßig und so vertheilt, daß an jeder beliebigen Stelle desselben alle Stärkeklassen unter Umständen auch Höhenklassen, in demselben Verhältniß wie in dem ganzen Bestande vertreten wären, alsdann wäre es ganz gleichgiltig, wohin die Probefläche verlegt würde, denn überall könnte man mit Sicherheit von letzterer auf den ganzen Bestand schließen.

*) Des Verfassers Lehrbuch der niederen Geodäsie für Forstwirthe, II. Aufl., Wien 1871, gibt in dieser Beziehung die nöthige Anleitung.

Diese Annahme darf aber in der Wirklichkeit nie gemacht werden und der Taxator muß daher durch Schärfung seines Augenmaßes die Probefläche immer an diejenige Stelle des Bestandes zu legen suchen, von der er glaubt, daß alle Verhältnisse des Bestandes im richtigen Durchschnitte vertreten seien. Je regelmäßiger ein Bestand erzogen wurde, je vollkommener derselbe bestockt ist, um so richtiger läßt sich die Stelle der Probefläche bestimmen; dagegen ist man in älteren, stellenweise lückigen Beständen vor größeren oder kleineren Fehlern hinsichtlich der Wahl der Probefläche nie sicher. Hieraus ergibt sich nun, daß sich dieses Verfahren nur bei Beständen ersterer Art rechtfertigt, bei letzteren aber unbedingt durch die stammweise Aufnahme des ganzen Bestandes ersetzt werden muß.

Unter gewissen Umständen ist die Wahl mehrerer Probeflächen in einem Bestande vorzuziehen, nämlich:

a) Wenn der Bestand zwar ziemlich regelmäßig, auch von gleicher oder nahe gleicher Bonität, dagegen aber so ausgedehnt ist, daß man sich nicht gut alle Eindrücke in demselben merken kann, um aus der Summe derselben schließlich die richtige Probefläche auszuwählen.

In diesem Falle scheint es räthlich, den Bestand in zwei oder drei Theile abzusondern und in jedem der letzteren eine Probefläche auszuwählen. Es müssen dann die Flächeninhalte der einzelnen Theile wenigstens annähernd ermittelt werden, wobei das Ziehen der entsprechenden Grenzen nach dem Augenmaß in dem Bestande und auf der Karte und die Berechnung der Flächentheile aus letzterer in der Regel schon genügen dürfte.

b) Wenn der Bestand zwar überall dieselbe Bonität, aber verschiedene der Fläche nach getrennte Alter besitzt.

In diesem Falle wählt man ebenfalls für jeden nach dem Holzalter wesentlich verschiedenen Theil eine besondere Probefläche aus, verfährt im Uebrigen aber gerade wie bei a.; nur kann die Ermittlung der einzelnen Flächenantheile des Bestandes unter Umständen eine größere Sorgfalt bedingen.

c) Wenn in dem Bestande verschiedene der Fläche nach deutlich getrennte Bonitäten auftreten, so daß die zu jeder Bonität gehörigen Stämme deutlich wahrnehmbare Unterschiede in der Höhe und Form zeigen.

Auch hier empfiehlt sich die Ausscheidung einer Probefläche für jede Bonität und eine genaue Ermittlung der jeder entsprechenden Flächenantheile.

Man hat zwar den Vorschlag gemacht, in diesem Falle durch den ganzen Bestand einen einzigen Probestreifen zu legen, welcher jeden der einzelnen Flächen in einem verhältnißmäßigen Theile berühren soll. Hierdurch wird aber das Verfahren nicht vereinfacht, das Resultat aber in der Regel verschlechtert.

Es würde nämlich in diesem Falle einmal die richtige Wahl der Probefläche stets von dem schwankenden Urtheile des Augenmaßes abhängig bleiben; sodann müßte aber auch bei der Berechnung der Holzmasse des Probestreifens, soll diese für die Richtigkeit einige Garantie bieten, doch eine Auszählung der Probefläche nach Höhenklassen und somit bei zwei Bonitäten eine doppelte, bei drei Bonitäten eine dreifache Rechnung stattfinden.

d) Wenn, wie an steilen Bergwänden, sehr viele allmälig in einander übergehende Bonitäten vorkommen, was sich darin äußert, daß die Stammhöhen von dem Fuße nach dem Gipfel hin langsam abnehmen.

In diesem Falle wird wie bei c. verfahren. Die Führung eines Probestreifens P (Fig. 56), vom Fuße nach dem Gipfel oder Gebirgskamme hin, ist auch hier nicht einfacher, dagegen das Resultat meist weniger genau.

Fig. 56.

Man legt deßhalb besser möglichst parallel zum Fuße AB (Fig. 57) zwei bis drei Streifen, a, b und c und bestimmt etwa in der Mitte eines jeden derselben eine

Fig. 57.

Probefläche m, n und o. Ist die Abnahme der Höhen und Stärken im Bestande eine gleichmäßige, so kann man unter Umständen, namentlich wenn der Bestand vom Fuße nach dem Gipfel hin ziemlich dieselbe Breite behält, auch schon mit einer Probefläche n ausreichen, welche in dem mittleren Streifen b anzulegen wäre.

B. Die Form, Größe und Ausscheidung der Probeflächen.

Nachdem der Ort der Probefläche mit möglichster Sorgfalt bestimmt ist, handelt es sich zunächst um deren zweckmäßigste Form und Größe, sowie um das Abstecken derselben.

a) Die Form der Probefläche soll wo möglich so sein, daß der Umfang derselben bei gleichem Flächeninhalte ein Minimum ist. Dieser Anforderung würde jedenfalls der Kreis entsprechen; denn denkt man sich z. B. eine 1 Hektar = 10000 Quadratmeter große Probefläche, so ist der Umfang eines gleich großen Kreises = 354 m, der Umfang eines Quadrates gleicher Größe aber 4 × 100 = 400 m. Der Umfang eines Rechteckes wird in dem Verhältnisse noch größer, wie derjenige des Quadrates, als Ersteres langgestrecktere Formen annimmt.

Da nun ein Kreis sich schwer im Walde abstecken läßt, auch die Aufnahme der Stämme innerhalb desselben nicht so bequem wäre, so verdient die quadratförmige Probefläche im Allgemeinen den Vorzug. Sollten sich auch der Ausscheidung des Quadrates ausnahmsweise Hindernisse entgegen stellen, so wähle man ein Rechteck, welches von dem Quadrate möglichst wenig abweicht, d. h. dessen Seiten keine großen Differenzen zeigen.

Der Grund, warum man zu Probeflächen gern Formen wählt, welche im Verhältnisse zu ihrem Inhalt einen möglichst kleinen Umfang haben, ist der, daß in die Umfangslinien in der Regel einzelne Stämme fallen, von denen es zweifelhaft ist, ob man sie der Probe-

fläche zu- oder abzählen soll. Ist nun der Umfang ein Minimum, so erreicht die Wahrscheinlichkeit ein Maximum, daß, unter sonst gleichen Verhältnissen, in die Umfangslinien die geringste Stammzahl fallen werde.

Th. Hartig empfiehlt in seiner Schrift „vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche" der Probefläche die Form eines gleichschenkeligen, rechtwinkeligen Dreieckes zu geben. Die Summe der Umfangslinien der Probefläche ist alsdann im Verhältniß zum Quadrat allerdings 1,2mal größer, und es wächst damit auch die Wahrscheinlichkeit, daß durch etwas fehlerhafte Lage der Grenzen der Fehler verhältnißmäßig größer werde; derselbe wird aber in größerem Verhältniß wieder dadurch aufgehoben, daß man es bei der Dreiecksform viel mehr in der Gewalt hat, die unpassend fallenden Grenzlinien entsprechend zu verlegen als bei dem Quadrat oder Rechteck, bei welchem sich die beiden zuletzt bestimmten ganz nach der ersten richten müssen.

b) Die Größe der Probefläche richtet sich nach der Beschaffenheit des aufzunehmenden Bestandes und nach dem Genauigkeitsgrade, den man bei der Aufnahme zu erreichen beabsichtigt. Dieselbe in einer bestimmten Zahl auszudrücken, ist daher unthunlich und wäre unpraktisch. Im Allgemeinen sei nur bemerkt, daß die Größe der Probefläche in gleichmäßig bestockten, meist jüngeren Beständen kleiner sein kann, als in weniger dichten, unregelmäßigen und älteren Beständen. Sollen die absoluten Fehler in zwei nach Probeflächen aufzunehmenden Beständen gleich groß ausfallen, so müssen die Probeflächen sich verhalten, wie die zugehörigen Flächen der Bestände*). Vor allzu kleinen Probeflächen muß schon deßhalb gewarnt werden, weil hier verhältnißmäßig die meisten Stämme in die Bestandeslinie fallen; denn der Umfang einer quadratförmigen Probefläche nimmt in einem weit kleineren Verhältnisse wie deren Inhalt zu. So ist z. B. der Umfang eines 1 Hektar = 10000 Quadratmeter großen Quadrates 400 m, derjenige eines 0,25 Hektar = 2500 □m großen aber nicht $\frac{400}{4}$ = 100 m, sondern

$$4 \times \sqrt{2500} = 4 \times 50 = 200 \text{ m}.$$

Man hat den Vorschlag gemacht, die Größe der Probefläche in Prozenten (2—5 %) der Bestandesfläche auszudrücken. Wir

*) Vergl. über Größe der Probeflächen Allg. Forst- und Jagdzeitung 1861, Seite 899.

halten dieses nicht für praktisch, sondern sind der Meinung, lieber eine bestimmte Fläche anzunehmen, unter die man im Allgemeinen nicht heruntergehen soll. Denn hätte z. B. ein Bestand nur 2 Hektar Flächengröße und die Probefläche wäre auf 3% dieser Größe festgesetzt worden, so betrüge sie hier nur 0,06 Hektar, welcher Betrag, namentlich einen unregelmäßigen Bestand vorausgesetzt, denn doch zu klein und für die Massenberechnung zu schwankend sein dürfte, da hier der Umfang der Probefläche noch überdieß verhältnißmäßig groß wäre.

Ueberhaupt sollte man in älteren Beständen mit einer Flächengröße von 2—3 Hektaren schon überlegen, ob nicht etwa die Auswahl, die Bestimmung der Größe, das Abstecken und stammweise Auskluppiren der Probefläche schon so viel oder nahe so viel Zeit in Anspruch nimmt, als die Aufnahme des ganzen Bestandes selbst.

Der Verfasser hat in dieser Beziehung einen Versuch in einem 3,3 Joch = 1,9 Hektar großen haubaren Kiefernbestande gemacht und gefunden, daß die sorgfältige Auswahl der 1 Joch = 0,57 Hektar großen Probefläche 10, die genaue Absteckung und Bezeichnung der Umfangslinien der Probefläche 28 und die stammweise Kluppirung derselben 20 Minuten Zeit erforderten, der ganze Zeitaufwand also 10 + 28 + 20 = 58 Minuten betrug. Zur Kluppirung des ganzen Bestandes von 3,3 Joch gehörte dagegen gerade eine Stunde und es ergaben sich daher zu Gunsten der Probefläche nur 2 Minuten Zeitersparniß. Die Annahme einer kleineren Probefläche empfiehlt sich aber in älteren haubaren Beständen fast nie, weil hierdurch auch höchstens 5—8 Minuten an der Kluppirung der dann etwas geringeren Stammzahl erspart würden.

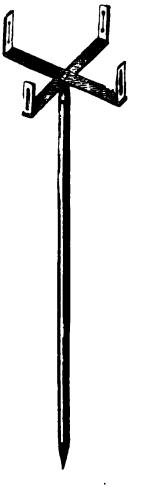
Erwägt man noch weiter, daß man bei der Aufnahme nach Probeflächen immer erst nach einer Zwischenrechnung zur Bestandesmasse gelangt, diese aber bei der stammweisen Aufnahme direkt erhalten wird, läßt man weiter die größere Genauigkeit des letzteren Verfahrens nicht außer Betracht und bedenkt endlich noch, daß es auf eine Viertelstunde mehr oder weniger in der Praxis gar nicht ankommt, namentlich wenn man vielleicht 1—2 Stunden gehen muß, ehe man nur an den fraglichen Bestand gelangt, so dürfte sich bei kleineren haubaren Beständen die Waagschale jedenfalls auf Seite der stammweisen Aufnahme ganzer Bestände neigen.

Nur in Ausnahmsfällen können wir bei haubaren oder nahe

haubaren Beständen zu kleineren als 0,50 Hektaren großen Probeflächen rathen. Bei jüngeren, regelmäßigeren Beständen kann man unter Umständen bis auf 0,25 Hektare herunterſteigen.

c) Das Abſtecken der Probefläche geſchieht am beſten mittelſt einer guten Kreuzſcheibe*) (Winkelkreuz), Fig. 58, und durch nachheriges richtiges Auftragen der Umfangsſeiten auf die mit derſelben in den Eckpunkten errichteten Perpendikel. An Bergwänden führe man die obere und untere Seite der Probefläche möglichſt horizontal, ſo daß die beiden andern Seiten derſelben in kürzeſter Linie bergauf laufen.

Fig. 58.



Soll die Probefläche ein Quadrat bilden, ſo erhält man die Länge der Quadratſeite, in Metern und Decimaltheilen, indem man aus dem in Quadratmetern ausgedrückten Flächeninhalte der Probefläche die Wurzel zieht. Wäre z. B. die Probefläche 0,25 Hektar = 2500 □^{m}, ſo wäre deren Quadratſeite = $\sqrt{2500} = 50^{m}$, bei einer 1 Hektar großen Probefläche aber $\sqrt{10000} = 100^{m}$ u. ſ. w.

Wäre man wegen eines örtlichen Hinderniſſes ausnahmsweiſe gezwungen, anſtatt der Quadratform ein Rechteck als Probefläche wählen zu müſſen, ſo beſtimmt man nur einſtweilen die Länge einer der parallelen Seiten des Rechteckes und dividirt mit dieſer in den Flächeninhalt der Probefläche, ſo erhält man in dem Quotienten die Länge der zwei anderen parallelen Seiten.

Wäre z. B. die Probefläche 1 Hektar = 10,000 □^{m} beſtimmt und man habe die Grundlinie derſelben 120^{m} lang abgeſteckt, ſo würde die Breite $\frac{10000}{120} = 83{,}33^{m}$ lang werden müſſen. Um daher die Probefläche fertig abzuſtecken, hätte man in jedem der beiden Endpunkte der 120^{m} langen Linie eine Senkrechte zu errichten, dieſelbe mit Abſteckſtäben u. ſ. w. zu bezeichnen und auf jeder 83,33^{m}

*) Ganz beſonders dürfte ſich hierzu die in unſerem Lehrbuch der niederen Geodäſie, II. Aufl., Wien 1871, Seite 88 beſchriebene Form empfehlen, mit welcher auch ein Baumhöhenmeſſer in Verbindung gebracht werden kann. Vergl. auch unſere Monatſchrift für Forſt- und Jagdweſen, Jahrgang 1871, Seite 41 u. f.

abzumessen, es würden dann die Enden dieser Linien die beiden anderen Ecken der Probefläche bezeichnen. Zur Probe wird schließlich die zwischen den beiden letztgefundenen Punkten befindliche Linie noch gemessen, welche genau 120^{m} lang sein muß, im Falle bei dem Abstecken der Fläche kein Fehler unterlaufen ist.

Das Messen der Umfangslinien geschieht entweder mit einer 10^{m} langen Meßkette, oder mit zwei 5^{m} langen Meßlatten, seltener mit Meßschnüren. Der Gebrauch dieser Instrumente ist so einfach, daß er hier als bekannt vorausgesetzt werden kann. Bei geneigtem Terrain müssen die Linien in horizontaler Richtung in der Art gemessen werden, daß man etwa die Meßlatte nur an dem einen Ende auf der höheren Stelle des Bodens auflegt, dieselbe nach dem Augenmaße in der Richtung der zu messenden Linie in horizontale Lage bringt, genau an das andere Ende ein Senkel hält, und auf diese Art den Punkt bestimmt, an dem die andere Latte wieder angelegt werden muß.

Statt des Senkels (ein gewöhnliches Bleigewichtchen an einer 1—2^{m} langen Kordel befestigt) wird häufig auch ein Absteckstab benutzt, den man dicht hinter dem aufgehobenen Ende der Meßlatte vertikal aufstellt, um so den Fußpunkt für die neu anzulegende Latte zu finden. Da man jedoch den senkrechten Stand solcher Stäbe, namentlich an steilen Abhängen, nie so genau bestimmen kann, so wird die Arbeit ungenauer, abgesehen davon, daß bei der Messung solcher Linien immer zwei Personen beschäftigt sein müßten.

Gut gezwirnte Meßschnüre, wie sie z. B. Th. Hartig empfiehlt, haben den Vortheil, daß man sie jederzeit bequem in einer Jagdtasche nachtragen kann. Auch werden jetzt sehr schöne 10^{m} lange aufrollbare Stahlbänder gefertigt, die für das Abstecken von Probeflächen sehr bequem sind.

Die Umfangslinien der Probefläche werden schließlich noch mit Stäben oder Reisern oder durch ein oberflächliches Aufreißen des Bodens mit einer Hacke u. s. w. bezeichnet, damit man sich bei der Aufnahme nicht aus derselben verirrt und außerhalb liegende Bäume mit mißt. Beabsichtigt man — etwa für Zuwachsuntersuchungen — die Probefläche später von Zeit zu Zeit wieder aufzunehmen, dann müssen wenigstens die Eckpunkte derselben mit starken Pflöcken oder Steinen, auch Gräbchen, dauernd bezeichnet werden.

Bei der Ausscheidung von Probeflächen ist endlich noch darauf zu achten, daß die linker und rechter Hand von jeder Umfangslinie liegenden leeren Zwischenräume sich ihrem Inhalte nach möglichst vergleichen; denn würde z. B. die außerhalb der Umfangslinien

fallende leere Fläche größer als die innere sein, so würde, selbst bei richtiger Wahl der Probefläche, der Massengehalt derselben zu groß erhalten werden und umgekehrt. Bei regelmäßigen Saat- und Pflanzverbänden lege man daher die Umfangslinien möglichst in die halbe Pflanzweite oder in die Mitte der Saatriefen, damit sich die leeren Zwischenräume zwischen zwei Reihen in zwei gleiche Hälften theilen.

C. Die Aufnahme und Berechnung des Holzgehaltes der Probefläche.

In dieser Beziehung haben wir nichts Neues mitzutheilen. Man behandelt jede Probefläche wie einen selbstständigen Bestand und nimmt die auf derselben befindliche Holzmasse nach einer der bereits gelehrten Methoden auf. Unter allen Umständen müssen daher die Durchmesser sämmtlicher auf der Probefläche befindlichen Stämme in Brusthöhe gemessen und in Stärkeabstufen von etwa 2 zu 2 cm, oder 1 zu 1 cm eingetragen werden. Die übrigen Arbeiten richten sich nach dem gewählten Verfahren.

Wollte man z. B. die auf Metermaß umgerechneten bayerischen Massentafeln anwenden, so hätte man mittelst eines Höhenmessers entweder die mittlere Höhe jeder Stärkeklasse oder bei geringen Höhendifferenzen, diejenige des ganzen Bestandes zu ermitteln, den dieser Höhe und der betreffenden Stärkestufe und Holzart entsprechenden Inhalt *eines* Stammes in den Tafeln aufzusuchen und mit der Stammzahl der Stärkestufe zu multipliciren, um den Inhalt der letzteren zu erhalten. In gleicher Weise würde mit den übrigen Stärkestufen verfahren.

Wollte man den Massengehalt der Probefläche mittelst Fällung von Modellstämmen bestimmen, so wäre es gerade nicht nothwendig letztere *innerhalb* der Probefläche auszuwählen, sie können vielmehr auch der nächsten Umgebung entnommen werden. Dieses Verfahren ist namentlich da zu empfehlen, wo man, um etwa den Wachsthumsgang eines Bestandes in den verschiedenen Lebensperioden zu erforschen, von Zeit zu Zeit immer wieder den Massengehalt derselben Probefläche aufzunehmen beabsichtigt.

Manchmal bestimmt man auch durch *kahlen Abtrieb* der Probefläche den Holzgehalt derselben. Es ist diese Methode jedoch weniger beim Hochwald, als beim Nieder- und Mittelwaldbetriebe üblich.

D. Die Berechnung der Bestandesmasse.

Ist der Massengehalt der Probeflächen nach C ermittelt, so wird derjenige des ganzen Bestandes nach einer einfachen Proportion gefunden. Hätte man z. B. den Holzgehalt einer 1 Hektar großen Probefläche 180 Festmeter und den Flächeninhalt des ganzen Bestandes 20 Hektar (Holzboden) gefunden, so wäre der Kubikinhalt des letzteren:

$$1 : 20 = 180 : x \text{ oder}$$
$$x = 180 \times 20 = 3600 \text{ Festmeter.}$$

Sollten in einem Bestande mehrere Probeflächen ausgewählt worden sein, so muß natürlich die Berechnung für jeden zur betreffenden Probefläche gehörigen Theil des Bestandes getrennt stattfinden. Größere in einem Bestande vorkommende Blößen und Lücken müssen vorher ihrem Inhalte nach ermittelt und bei der Berechnung ausgeschieden werden, wenn die Probefläche nicht schon unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse ausgewählt wurde. Bei durchaus lückigen Beständen sollte jedoch, wie bereits erwähnt, immer nur das Verfahren der stammweisen Aufnahme in Anwendung kommen.

2. Von der Aufnahme nach Probeflächen ohne Flächenmessung.

§. 47.

Auch ohne die Größe der Probefläche und des Bestandes zu kennen, kann man den Massengehalt des letzteren ermitteln. Das Verfahren besteht nämlich darin, daß man sämmtliche Bäume des Bestandes, in ähnlicher Weise wie bei der stammweisen Aufnahme mit der Kluppe, nicht mißt, sondern nur zählt. Es kann hierbei ein größeres Hülfspersonal, unter Umständen 10—12 Holzhauer u. dergl. einfache aber zuverlässige Leute, Verwendung finden. Dieselben werden am längeren Saume des Bestandes in einer Reihe und in solcher Entfernung aufgestellt, daß bei langsamem, geradem Vorschreiten des Personals Jeder die zwischen ihm und seinem nächsten Nachbar — linker oder rechter Hand — befindlichen Stämme mit Bequemlichkeit zählen kann. Während dem Vorschreiten durch den Bestand übernimmt eine weitere Person, welche gerade neben dem,

dem noch nicht gezählten Theil des Bestandes zugekehrten, Flügelmann gehen kann, die deutliche Zeichnung der am Flügel zuletzt gezählten Randbäume vor.

Am entgegengesetzten Rande des Bestandes angelangt, wird die Mannschaft wieder neu geordnet und hierauf die Zählung eines neuen Streifens in entgegengesetzter Richtung vorgenommen. In dieser Weise wird bis zu Ende fortgefahren, worauf Jeder seine gezählten Stämme angibt, welche addirt die Stammzahl des Bestandes liefern.

Hierauf wählt man in dem Bestande an geeigneter Stelle eine entsprechend große Probefläche aus, welche die Stammhöhen und Stammstärken in richtigem Verhältniß zu repräsentiren scheint, (auf ganz genaue Beobachtung des mittleren Bestandesschlusses kommt es hierbei begreiflicher Weise weniger an) und mißt die sämmtlichen Durchmesser auf dieser Probefläche, wodurch man zugleich auch die Stammzahl auf derselben erhält. Ermittelt man ferner nach bekannten Regeln den Massengehalt der Probefläche, so ergibt sich die Masse des ganzen Bestandes nach folgender Proportion:

Wie sich die Stammzahl der Probefläche zu derjenigen des ganzen Bestandes verhält, so wird sich auch die Holzmasse der Probefläche zu derjenigen des Bestandes verhalten. Da in dieser Proportion die drei ersten Glieder bekannt sind, so ergibt sich das vierte Glied durch einfache Rechnung.

Beispiel. Die Stammzahl des Bestandes sei 3860, diejenige der Probefläche 520 und die Holzmasse der letzteren 560 Festmeter, so ist die Bestandesmasse x:

$$520 : 3860 = 560 : x, \text{ oder}$$

$$x = \frac{560 \times 3860}{520} = 4157 \text{ Festmeter.}$$

Da bei diesem Verfahren das Abstecken einer Probefläche von einem gegebenen Inhalte wegfällt, auch die Dichtigkeit des Bestandes bei der Wahl derselben unberücksichtiget bleiben kann, weil man hier nicht die Fläche, sondern die Stammzahl des Bestandes mit der Probefläche in Verhältniß setzt, so dürfte diese Methode dann etwas bessere Resultate als die im vorigen Paragraphen beschriebene liefern, wenn die Zählermannschaft durchaus zuverlässig ist, was sich aber leider schwer kontroliren läßt.

Zieht man auf der andern Seite wieder das größere und darum kostspieligere Hülfspersonal in Erwägung, und bedenkt ferner, daß zur streifenweisen Auszählung des Bestandes unter Umständen nicht sehr viel weniger Zeit gehört als zur Messung der Durchmesser, so dürfte auch hier in vielen Fällen die stammweise Aufnahme wieder den Vorzug verdienen.

Viertes Kapitel.

Von der Ermittlung der Zwischennutzungserträge.

§. 48.

Von der großen Menge der bei der Begründung eines Bestandes vorhandenen jungen Holzpflanzen, erreichen bekanntlich nur wenige das Alter der festgesetzten Umtriebszeit. Mit der Entwicklung der einzelnen Pflanzen entsteht unter ihnen ein gleichzeitiges Ringen um Licht und Raum, die kräftigen wachsen siegreich empor und breiten sich aus, die schwächeren werden unterdrückt, sterben ab und werden schließlich als Durchforstungsholz herausgehauen. Nicht alles Gehölz, was vor Ablauf der festgesetzten Umtriebszeit aus dem Bestande entfernt wird, ist aber Durchforstungsmasse. Die Reinigungshiebe haben z. B. den Zweck, in jüngeren Hochwaldschlägen nicht wünschenswerthe Stockausschläge, Straucharten u. dgl. zu entfernen, während man mit den sogenannten Auszugshieben die Herausnahme theils vorgewachsener, theils älterer Holzarten, zu Gunsten einer jüngeren, den Hauptbestand bildenden Altersklasse beabsichtigt. Die Erträge der Durchforstungen, Reinigungs- und Auszugshiebe zusammengenommen bilden das, was man in der Holzmassenaufnahme **Zwischennutzungen** nennt.

Die in den vorstehenden Paragraphen beschriebenen Aufnahmsmethoden beziehen sich vorzugsweise auf die Ermittlung der Haubarkeitserträge. Es dürften daher noch einige Bemerkungen über die Berechnung der Zwischennutzungen hier um so mehr am Platze sein, als dieselben oft einen sehr wesentlichen Bestandtheil der Nutzungen überhaupt und der jährlichen Fällungsergebnisse bilden.

Die genaue Vorausbestimmung künftiger Zwischennutzungserträge, um danach z. B. den nachhaltigen jährlichen Fällungsetat zu regeln, ist die schwierigste Aufnahme in der ganzen Holzmeßkunst, weil dieselben einer Menge Störungen und Schwankungen unterliegen und auf andere Verhältnisse leicht übertragbare Erfahrungen noch vielfach fehlen. Die Zwischennutzungserträge wechseln je nach Holzart, Standortsgüte, Länge der Umtriebszeit, der dichteren oder lichteren Stellung der Bestände, der Menge der Vorwüchse und angeflogenen und bei den Durchforstungen herauszunehmenden weichen Holzarten, des früheren oder späteren Beginnes der Durchforstungen und deren Wiederholung u. s. w. Die größte Ausbeute an Durchforstungserträgen scheint in der Zeit des vorherrschenden Längenwachsthums der Bestände zu erfolgen. Nach der Mannbarkeit fangen dieselben namentlich bei zählebigen Holzarten schon beträchtlich an zu fallen, erhalten sich dagegen bei lichtbedürftigen Hölzern wie Kiefer, Erlen, Birken, Eichen u. s. w. oft bis zum Haubarkeitsalter hin noch auf beträchtlichen Höhen. Im Allgemeinen kann man die Durchforstungserträge zu 25—40 Prozent und bei mit hohen Umtrieben behandelten lichtbedürftigen Holzarten selbst bis zu 50% also im Durchschnitt auf $\frac{1}{3}$ der Haubarkeitsmasse annehmen.

Hiermit sei jedoch nicht gesagt, daß diese Masse auch überall im Interesse des Waldbesitzers verrechnet und verwerthet wird. An manchen Orten gestatten schon die niedrigen Holzpreise oder hohen Arbeitslöhne keine ordnungsmäßige Durchforstung, in anderen Lokalitäten fällt wieder ein großer Theil oder alles Durchforstungsholz in die Hände von Frevlern und Leseholzberechtigten.

Es sind viele Fälle bekannt, wo der jährliche Fällungsetat nachhaltig aus $\frac{1}{3}$ Zwischennutzungen bezogen wird. Allerdings ist daselbst der Frevel fast gänzlich unterdrückt und beschränkt sich in der Regel nur auf die von selbst abfallenden abgestorbenen schwächeren Aeste, oder auf mit der Hand abbrechbares dürres Durchforstungsreisig, und ein sparsam ordnender Sinn waltet in den Revieren. Andere Fälle, wo trotz verhältnißmäßig hohen Holzpreisen die Durchforstungen noch sehr darniederliegen, gehören leider auch nicht zu den Seltenheiten.

Sind die unmittelbaren Erlöse aus Durchforstungen in manchen Gegenden vielleicht auch noch nicht sehr groß, so wolle man hierbei nicht übersehen, daß die Durchforstungen auch noch ganz besonders den Zweck haben, den bleibenden Bestand indirekt zu einer rascheren und größeren

Massenvermehrung dadurch zu nöthigen, daß man dem Einzelstamme einen größeren Boden- und Luftraum einräumt. Allerdings ist es bequemer, in verschwenderischer Weise ältere, geschlossene Bestände zusammenzuschlagen, als durch eine weise Sparsamkeit dieselben möglichst zu erhalten und trotzdem seinem Dienstherrn die etatsmäßige Summe abzuliefern.

Man hat mitunter, um die Zwischennutzungserträge für Taxationszwecke voraus zu bestimmen, ähnlich wie bei den Haubarkeitsmassen, auch Ertragstafeln für die Durchforstungsmassen aufgestellt, oder von anderen bearbeitete Tafeln zu benutzen gesucht. Wir sind im Allgemeinen und aus mehrfachen Gründen gegen den Gebrauch namentlich älterer und fremder Tafeln. Abgesehen davon, daß das Einschätzen eines Bestandes in die mit der Ertragstafel übereinstimmende Bonität schon zu größeren Fehlern führen kann, so läßt sich gegen die meisten bis jetzt veröffentlichten Ertragstafeln für Zwischennutzungen das einwenden, daß sie theils kein maßgebendes Material enthalten, theils deutliche Spuren künstlicher Ergänzungen zeigen.

Bei der Aufstellung solcher Tafeln ging man seither in der Art vor, daß man in 20, 30, 40, 50, 60 u. s. w. jährigen Beständen gleicher Holzart und möglichst gleicher Bonität, die in diesen vorhandenen Durchforstungsmassen erhob und die Ergebnisse zu einer Ertragstafel zusammenfügte. Dieses Verfahren konnte natürlich nur da zu richtigen Resultaten führen, wo auch die älteren z. B. 50, 60, 70, 80 u. s. w. jährigen Bestände von früher Jugend auf schon ordnungsmäßig durchforstet wurden, denn im andern Falle mußten natürlich die älteren Bestände noch Durchforstungserträge abwerfen, welche eigentlich schon in einer früheren Periode hätten herausgenommen werden sollen. Es kam hierdurch ein Theil der Durchforstungsmasse in mehrfachen Ansatz, und C. Heyer hatte gewiß nicht Unrecht, wenn er auf diese Weise das anhaltende Steigen dieser Nutzungen bis in die höchsten Bestandesalter hin, wie von manchen Schriftstellern irrthümlich angenommen wird, erklärte. Daß aber unter den seitherigen älteren Beständen, welche zu diesen Zwecken verwendet wurden, sich noch mancher befand, welcher in früheren Zeiten gar nicht oder nur unvollkommen oder unregelmäßig durchforstet wurde, wird gewiß nicht in Abrede gestellt werden können.

Hieraus geht denn hervor, daß eine richtige Ertragstafel für Durchforstungen sich am besten in der Art herstellen ließe, daß man

in Beständen, welche gerade für die erste Durchforstung reif und gegen Frevel u. s. w. geschützt sind, Probeflächen ausschiede, sie nach allen Regeln der Kunst durchforstete, den Betrag der ersten Durchforstung aufzeichnete und dieselbe Arbeit etwa von 5 zu 5 Jahren wiederholte. Hierzu gehört allerdings ein großer Zeitraum bis man zu brauchbaren Ertragstafeln kommt, aber dennoch wurde dieser Weg in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten und gewiß mit Aussicht auf einen besseren Erfolg betreten.

Ein Ausweg, welcher rascher zu vollständigen Ertragstafeln führen würde, besteht darin, daß man in mehreren **verschieden alten** Beständen, gleichzeitig Probeflächen abgrenzt, im Allgemeinen wie oben angedeutet wurde, verfährt, eine Abänderung aber in so fern eintreten läßt, als man die *älteren* Bestände, im Falle sie früher nachweisbar nicht regelmäßig durchforstet wurden und daher aus früheren Zeiten noch Durchforstungsholz enthalten, zuvor ordnungsmäßig durchforstet, die Erträge aber als unbrauchbar verwirft und erst die späteren Erträge für den vorliegenden Zweck benutzt. Ist es hierbei möglich die Versuchsstellen ziemlich nahe an einander zu legen, so hat man zugleich die größere Wahrscheinlichkeit für eine bessere Uebereinstimmung der Bonitäten und daher auch der in Aussicht stehenden Resultate.

Wenn es nun richtig ist, daß wir im Augenblicke noch keine vollkommenen Ertragstafeln für Zwischennutzungen haben, wenn es ferner nicht geleugnet werden kann, daß die Zwischennutzungserträge aus den bereits angeführten Gründen stets Schwankungen unterliegen werden, so dürfte die Behauptung vielleicht auch nicht unrichtig sein, daß solche Tafeln zwar in sofern sehr werthvoll sind, als sie in Verbindung mit den Hauptnutzungen Auskunft geben, was ein Bestand von einer gewissen Bonität und Holzart in einem gewissen Zeitraum zu produziren vermag, daß sie aber für denjenigen, welcher die künftigen Zwischennutzungserträge z. B. zum Zweck der Waldertragsregelung bestimmen soll, gewiß weit weniger Werth haben.

Was kann es dem Taxator z. B. hinsichtlich der Feststellung des jährlichen Etats nützen, aus einer Kiefernertragstafel zu erfahren, daß ein 30jähriger Kiefernbestand pro Flächeneinheit eine gewisse Menge Durchforstungsholz liefert, wenn der Verwaltungsbeamte vielleicht nicht durchforsten darf, oder das fragliche Gehölz von

Frevlern ganz oder zum Theil davon getragen wird. Wenn irgend ein Gegenstand der Forstwissenschaft nur lokalen Werth hat, so ist es im fraglichen Sinne gewiß eine Ertragstafel für Zwischennutzungen.

Es ist daher auch unsere Ansicht, daß die Ermittlung der Durchforstungsbeträge zu Taxationszwecken nur nach den bereits örtlich gemachten Erfahrungen erfolgen sollte. Wo diese nicht ausreichen, durchforste man nach dem ortsüblichen Brauche kleinere Probeflächen und schließe von dem Ergebnisse derselben auf den Durchforstungsbetrag des ganzen Bestandes. Man wird auf diese Weise sicher weit bessere Resultate erhalten, als nach den bis jetzt veröffentlichten Ertragstafeln.

Merkwürdig ist es, wie manche Forstwirthe, namentlich auch solche, welche der Klasse der Massenfachwerker angehören, den Vorschlag machen konnten, die Durchforstungserträge für eine ganze Umtriebszeit vorauszuberechnen. Einen unpraktischeren Vorschlag kann man sich nicht leicht denken. Die Durchforstungen sind denn doch vorzugsweise eine wirthschaftliche Maßregel; sie können daher hinsichtlich der Zeit ihrer Nutzung weder vor- noch zurückgeschoben werden, wenn der Hauptbestand nicht leiden soll. Aus diesem Grunde genügt es vollständig, die Durchforstungserträge nur für die nächsten 10 oder höchstens 20 Jahre zu veranschlagen. Bleibt der Voranschlag unter der Ausführung, so dürfen deßhalb die wirthschaftlich nöthig scheinenden Durchforstungen doch nicht zurückgeschoben werden, so wie man auch keine prädominirenden Stämme aushauen darf, wenn das wirkliche Ergebniß unter dem Voranschlag bleiben sollte.

Fünftes Kapitel.

Von der Anwendung der einzelnen Bestandesschätzungsmethoden nach Verschiedenheit der Schätzungszwecke.

I. Von den bei Waldwerthberechnungen und Waldtheilungen anzuwendenden Methoden.

§. 49.

Handelt es sich um Mein und Dein, wie dieß z. B. bei Waldverkäufen, Waldtheilungen, Ablösung von Servituten u. s. w. der Fall ist, dann muß der Werth des fraglichen Waldes oder Waldtheiles mit dem höchst möglichen Grade von Schärfe berechnet werden, was aber nur dann in befriedigender Weise geschehen kann, wenn man auch die auf dem Stocke befindliche Holzmasse genau kennt. Es ist klar, daß in solchen Fällen nicht jede der vorgeschriebenen Schätzungsmethoden angewendet werden darf, daß man vielmehr diejenige herauszuwählen hat, welche, obgleich vielleicht etwas kostspieliger oder mühsamer, die genauesten Resultate liefert. Merkwürdigerweise wurde gegen diesen Grundsatz seither noch häufig verstoßen. Um nämlich bei der Holzmassenaufnahme einige Gulden zu sparen, wurden nicht selten Methoden empfohlen, welche durch ihre schwankende Grundlage ganz geeignet waren, die eine Partei unter Umständen um Tausende zu bringen, die Andere aber zufällig um eben so viel zu bereichern.

Alle Methoden, welche einen oder den andern Gehaltsfaktor einschätzen, überhaupt an den Gebrauch des Augenmaßes bei der Bestimmung nur einigermaßen einflußreicher Faktoren erinnern, sollte man daher nach Möglichkeit zu umgehen suchen.

Nur diejenigen Methoden, welche den Massengehalt der Bestände durch eine hier so weit wie möglich auszudehnende Fällung von Modellstämmen, oder durch Anwendung von, nach dem Principe der bayerischen Massentafeln sorgfältig aufgestellten und erprobten

Tafeln ermitteln, können hier befriedigende Resultate liefern. Hierbei setzen wir natürlich Wälder voraus, in welche die Kultur bereits mächtig eingegriffen hat, nicht aber solche, *welche aus Mangel an Holzabsatz noch kaum einen Werth* besitzen.

Da nach dem Prinzip der bayerischen Massentafeln konstruirte Schätzungsmittel um so richtiger werden, auf um so ausgedehntere Bestandeskomplexe man sie anwendet, so verdienen sie — *namentlich wenn sie mit der Zeit noch vervollständigt werden* — vor den Methoden, welche Probestämme fällen, unter Umständen den Vorzug. Im entgegengesetzten Falle und überall, wo man solche Tafeln noch nicht besitzt, kann dem Fällen der Probestämme die Vorhand schon deßhalb nicht abgesprochen werden, weil man hierdurch auch die Sortimentsverhältnisse genauer feststellen kann. In dieser Hinsicht würden wir die *Draudt'sche* Methode allen anderen vorziehen.

Was die Frage betrifft, in wie weit man von der Schätzung nach Probeflächen Gebrauch machen soll, so muß dieselbe dahin beantwortet werden, daß solche nur bei vollkommen geschlossenen, schlagweise erzogenen Hoch- und Niederwäldern, sowie bei dem Unterholz in Mittelwäldern benutzt werden sollten. Bei letzteren und in Niederwäldern wird in der Regel ein kahler Abtrieb der Probeflächen stattfinden können, wenn nicht schon in früheren Fällungsergebnissen ein werthvolles Schätzungsmaterial vorliegt. In Femelwäldern dürften sich zwar unter günstigen Verhältnissen auch Probeflächen ausscheiden lassen, in der Mehrheit der Fälle wird aber, namentlich wenn das Objekt von größerer Bedeutung ist, die stammweise Aufnahme des ganzen Bestandes stattzufinden haben, welche auch bei allen unregelmäßigen Hochwaldungen und bei Sonnen-, Licht- und Abtriebsschlägen einzutreten hat.

Die Durchforstungsmassen werden immer getrennt von den Haubarkeitsmassen behandelt.

Auf die Bestimmung des Stock-, Ast- und Reisholzes, welches man für andere Schätzungszwecke unter Umständen nach dem Augenmaß veranschlagen kann, ist hier, *namentlich bei hohen Holzpreisen*, gleichfalls eine größere Sorgfalt zu verwenden.

II. Von den bei Waldertragsregelungen anwendbaren Schätzungsmethoden.

§. 50.

Da hier die zu schätzenden Bestände in den Händen des Eigenthümers bleiben, die Massenermittlung aber nur zum Zweck der Festsetzung des nachhaltigen, jährlichen Fällungsetats dient, so kann man sich hier manche Abkürzung des Verfahrens erlauben.

Dennoch kann auch hier dem Waldeigenthümer die Größe des jährlich zu erwartenden Fällungsetats nicht gleichgiltig sein, wenn auch eine jährliche Holzersparniß, in Folge eines zu klein gefundenen Etats, ihm oder seinen Nachkommen später wieder zu gut kommt; denn jeder Ueberschuß an stockendem Holze über die Vorrathsmasse, welche bei Unterstellung einer für zweckmäßig erkannten Umtriebszeit gerade nöthig ist, um nachhaltig wirthschaften zu können, muß als ein anderwärts besser unterzubringendes Kapital angesehen werden. Je genauer daher das hier in Anwendung kommende Bestandesschätzungsverfahren ist, um so richtiger wird sich der Fällungsetat festsetzen lassen, um so gesicherter erscheinen die projektirten Hiebs- und Kulturpläne.

Es gibt noch Orte, wo die Holzmassen einer Wirthschaftseinheit zum Zwecke der Ertragsregelung nach der rohen Okularschätzung aufgenommen werden. Man geht daselbst von der Ansicht aus, daß sich die bald positiven, bald negativen Differenzen bei der Ertragseinschätzung wenigstens bis zu einem gewissen Grade auszugleichen vermöchten und daß, selbst in dem Falle, als diese Voraussetzung nicht eintreffen sollte, dann keine verderblichen Ueberhiebe oder zwecklose nachtheilige Ersparnisse möglich seien, wenn man das Taxationselaborat öfter, z. B. alle 5 Jahre, revidire, die Schätzung mit dem wirklichen Fällungsergebnisse vergleiche und je nach dem Ergebniß der Revision den Etat entweder entsprechend erhöhe oder erniedrige.

Dieser Ansicht, die gewiß Manches für sich hat, läßt sich jedoch die schon früher ausgesprochene Bemerkung entgegen setzen, daß solche häufigen Revisionen ebenfalls immer Zeit und Mittel in Anspruch nehmen, welche um so größer werden, je mehr die Schätzung von der späteren wirklichen Ausführung abweicht. Denn es handelt sich dann in der Regel nicht allein um eine entsprechende Erhöhung oder Erniedrigung des jährlichen Fällungsetats, sondern unter Umständen auch, namentlich wenn sich in der Bonitirung jüngerer Bestände gröbere Fehler zeigen sollten, um eine Umrechnung und Abänderung der Haupt- und periodischen Wirthschaftspläne. Aus diesem Grunde wäre die Untersuchung der Frage doch nützlich, ob es nicht zweck-

mäßiger wäre, vielleicht doch eine bessere Schätzungsmethode in Anwendung zu bringen, namentlich wenn man bedenkt, daß alsdann statt 5jährigen 10jährige Revisionen ausreichen würden. Ueberhaupt haben wir bei Behandlung der verschiedenen Bestandesschätzungsverfahren bereits darauf hingewiesen, daß die rohe Okularschätzung unter Umständen gar keinen großen Gewinn an Zeit und Kosten liefert.

Die Ansichten der meisten und intelligentesten Forstmänner gehen in neuerer Zeit wieder dahin, daß es für die Fälle der Waldertragsregelung vollständig hinreichend sei, nur vorzugsweise die dem Abtriebe näher stehenden Bestände einer genaueren speziellen Holzmassenaufnahme zu unterziehen. Es sind hierher die in den nächsten 10 oder 20 Jahren zur Fällung bestimmten alten, sowie solche jüngere Bestände zu rechnen, welche wegen unvollkommener Bestockung, mangelhaftem Zuwachs oder wegen einer besseren Aneinanderreihung der Schläge zu früherem Abtriebe vorgesehen werden müssen. Solche Bestände besitzen, in Folge ihres höheren Alters oder in Folge früher entstandener Lücken, jüngeren und vollständig geschlossenen Beständen gegenüber, immer verhältnißmäßig die geringste Stammzahl, ihre Masse läßt sich daher auch, selbst bei stammweisen Aufnahmen, rasch ermitteln.

Mittelalte und junge Bestände besitzen eine weit größere Stammzahl, welche diejenige älterer Bestände in der Regel um ein Vielfaches übersteigt. Eine stammweise Aufnahme solcher Bestände ist daher unmöglich, für die Zwecke der Waldertragsregelung aber auch nicht nothwendig. Da es sich bei solchen Beständen immer nur darum handelt, welche Masse sie zur Zeit ihrer Haubarkeit zu liefern versprechen, so bestimmt man letztere entweder nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachse solcher Bestände, welche mit ihnen gleiche Bonität haben, oder nach Ertragstafeln. Um aber für die zu untersuchenden Bestände die richtigen Ertragstafeln aufzufinden, wird man, um sicherer zu gehen, öfter in denselben kleine Probeflächen zur Vergleichung aufnehmen müssen. Für die Einschätzung ganz junger Bestände dient entweder der früher an ihrer Stelle gewesene alte abgetriebene Bestand, oder in ihrer Nähe befindliche ältere Bestände, welche ganz gleichen Standort zu haben scheinen.

Andere Forstmänner (Flächenfachwerker) gehen wieder von der Ansicht aus, daß man die Bestände jüngerer Perioden nur mit einem gleichen auf eine Standortsgüte reducirten Flächengehalte

auszustatten habe, es würden diese dann von selbst zur Zeit ihrer Haubarkeit dieselbe Masse liefern, wie die gegenwärtig haubaren Bestände der nämlichen reducirten Fläche. Sie drücken daher den künftigen Haubarkeitsertrag jüngerer Bestände gar nicht in einer bestimmten Zahl Festmeter aus.

Da dieser Gegenstand schon mehr in das Gebiet der eigentlichen Ertragsregelung und der Regelungsmethoden selbst einschlägt, welche wir nicht zum Gegenstande unserer Betrachtung gemacht haben, so müssen wir uns hier mit diesen wenigen kurzen Andeutungen begnügen.

Die im vorigen Paragraphen empfohlenen Methoden können auch zur Massenermittlung für die verschiedenen Ertragsregelungszwecke angewendet werden; insbesondere dürften die jetzt von den deutschen forstlichen Versuchsanstalten in Arbeit genommenen neuen *Massentafeln* künftig das hauptsächlichste taxatorische Hilfsmittel für Forsteinrichtungszwecke werden. Die übrigen Methoden sind unsicherer und meist nicht billiger.

Hinsichtlich des Verfahrens bei den einzelnen Betriebsarten dienen noch folgende kurze Notizen:

A) *In Hochwäldern* sind größere, gleichförmige und geschlossene Bestände nach Probeflächen, ungleichmäßig bestockte Flächen, sowie Samen-, Licht- und Abtriebsschläge, durch stammweise Aufnahmen der Durchmesser in Brusthöhe zu berechnen. Höchstens ist bei gleichförmig gestellten Samenschlägen noch eine Aufnahme nach *größeren* Probeflächen gestattet. Einzelne Oberständer, welche in ihrer Form ganz von dem übrigen Bestande abweichen, können nach den bayerischen Massentafeln oder nach Formzahlen berechnet, selbst nach dem Augenmaß auf ihren Kubikinhalt angesprochen werden. Der Fehler, welcher hierbei möglicher Weise begangen wird, verschwindet gegenüber der vielmal größeren sorgfältig ermittelten Holzmasse der noch unangehauenen Bestände.

Da wo man die gefällten Probestämme nicht alsbald in die ortsüblichen Schichtmassen aufsetzt, kann eine weitere Vereinfachung des Verfahrens in so ferne eintreten, als man nur die *Schaftmasse* durch sorgfältige Kubirung ermittelt, die Reis- und Stockholzmasse aber nach *örtlich* gemachten Erfahrungssätzen anspricht.

Die Haubarkeits- und Durchforstungserträge sind auch hier getrennt zu behandeln.

B) In Niederwaldungen kann hinsichtlich der Erforschung des Massengehaltes von der Aufnahme nach Probeflächen der ausgedehnteste Gebrauch gemacht werden, nur weicht das Verfahren von demjenigen in Hochwäldern in so ferne ab, als die Masse ohne namhaften Schaden durch kahlen Abtrieb der Probeflächen erhoben werden kann. Die Probeflächen können auch im Allgemeinen kleiner als im Hochwald gewählt werden. Wurden die seitherigen jährlichen Erträge nebst den ihnen zugehörigen Flächen gehörig verbucht, so daß sie als Anhalte für die Schätzung anderer ähnlicher Bestände dienen können, so wird man sogar häufig den Abtrieb von Probeflächen ganz ersparen können.

Dagegen wird eine stammweise Aufnahme der Stockloden auf den Probeflächen, wenigstens bei mit niederem Umtriebe behandelten Niederwaldungen, in der Regel zu umständlich sein. Noch eher wäre solches bei Niederwäldern mit höherem Umtriebe möglich, wenn man die schwächeren, unterdrückten Loden vorher ausforstete und sich bei der Aufnahme nur auf die stärkeren beschränkte.

Ein solches Verfahren ist aber auch gar nicht nöthig, weil man beim kahlen Abtrieb der Probefläche ja auch — wenn es für einen besonderen Zweck verlangt würde — ein höchst befriedigendes Resultat erlangen kann. Genügt nämlich ausnahmsweise die nackte Angabe z. B. der Gebundzahl Reisholz, welche eine Probefläche geliefert hat, nicht, will man vielmehr den Inhalt genau in Kubikmetern ausgedrückt haben, so kann dies ohne besondere Mühe dadurch geschehen, daß man eine Anzahl Gebunde, wie sie gerade vorkommen, wiegt, das durchschnittliche Gewicht eines Gebundes ermittelt, alsdann ein Gebund genau von diesem Gewichte auswählt und mittelst des Xylometers dessen Kubikinhalt ermittelt. Der gefundene Inhalt eines Gebundes mit der Gebundzahl multiplicirt, gibt dann mit aller Schärfe die Kubikmasse sämmtlicher Gebunde. Die stärkeren Prügelholzstücke kann man aus der Mittenstärke und Länge, die schwächere ähnlich wie das Reisholz berechnen.

C) In Mittelwaldungen ist die Aufnahme des Unterholzes von derjenigen des Oberstandes zu trennen. Erstere geschieht wie bei den Niederwaldungen; letztere durch stammweise Aufnahme der Durchmesser und Einschätzen der einzelnen Stämme in die hier unbedingt nöthigen Höhenklassen. Weil die einzelnen Bäume des Oberstandes in der Regel sehr verschiedene Formzahlen besitzen

werden, so wird die Berechnung nach einem arithmetischen Mittelstamm, im Falle man keine Massentafeln anwenden kann, meist zu ungenau sein. Zur Aufnahme des Oberstandes wähle man die Zeit nach dem Blattabfall bis zum Blattausbruch, weil man sonst bei dem Einschätzen der Baumhöhen, sowie bei dem Geschäfte überhaupt, vielfachen Störungen ausgesetzt wäre.

D) Die Kopf- und Schneidelholzwirthschaft spielt im Walde meist eine untergeordnete Rolle, nur in sumpfigen Gegenden, Flußniederungen u. s. w., tritt sie zuweilen auf größeren zusammenhängenden Flächen auf. Da hier der Umtrieb sich meist zwischen 3 und 6 Jahren bewegt, so hat man in den jährlichen Fällungsergebnissen genugsame Gelegenheit, sich die nöthigen Anhalte zur Berechnung der Massenvorräthe zu verschaffen. Um die Holzmasse zu berechnen, welche durchschnittlich in einer gewissen Zeit an einem Stamme erfolgt, hat man nur nöthig, die Stämme zu zählen und mit der Stammzahl in die ihnen zugehörige Masse zu dividiren. Probehiebe werden hierbei selten nöthig sein.

III. Von dem bei forststatischen Untersuchungen einzuhaltenden Verfahren.

§. 51.

Dem aufmerksamen Beobachter kann es bei Betrachtung der vielen Hilfsmittel der Baum- und Bestandesschätzung und beim Hinblicke auf die große Menge von Methoden, nicht entgangen sein, daß diese Wissenschaft, so viel auch in neuerer Zeit an ihrem Aufbau gearbeitet wurde, doch noch an einigen wesentlichen Mängeln leidet. Wir rechnen hierher den Mangel an zureichenden **vergleichenden Untersuchungen**, zum Zweck der Bemessung der Verhältnisse zwischen Aufwand an Zeit und Kräften und den dadurch bewirkten Erfolgen.

Die sich noch vielfach widersprechenden Ansichten in der Holzmeßkunst, die verhältnißmäßig langsamen Fortschritte in diesem Wissenszweige, erklären sich größtentheils aus dem Mangel an zureichenden komparativen Untersuchungen.

Jetzt, wo in den meisten deutschen Staaten forstliche Versuchsanstalten errichtet worden sind, ist alle Aussicht vorhanden, daß

diese fühlbaren Lücken in unserm Fache immer mehr zum Verschwinden kommen werden. Den zu einem Vereine zusammengetretenen forstlichen Versuchsanstalten wird vorzugsweise die Aufgabe zufallen, das forstliche Versuchswesen nach sorgfältig durchdachten und durchberathenen gemeinschaftlichen Arbeitsplänen zu bearbeiten.

Aber auch dem ausübenden Forstmanne bietet sich jährlich in den Holzschlägen vielfältige Gelegenheit zur Lösung interessanter Streitfragen der Holzmeßkunst. Wir wollen nur daran erinnern, daß noch viele das Holz in Beständen nach Formzahlen aufnehmen wollen, Preßler stellt dagegen seine Grundstärken- und Richthöhenmethode, Breymann sein Verfahren, die Formzahlen an stehenden Bäumen mit Hilfe seines Universalinstrumentes zu bestimmen, als vorzüglichstes Schätzungsmittel hin. Wir erinnern ferner daran, daß nach den bayerischen Massentafeln in einigen Staaten schon längere Zeit geschätzt wird, daß dieses Verfahren überhaupt viele Anhänger zählt, daß andere Staaten und andere Forstmänner wieder, und gewiß aus guten Gründen, die Holzmasse mittelst Fällung von Probestämmen bestimmen. Jeder hält natürlich sein Verfahren für das zweckmäßigste und doch kann vielleicht nur eine dieser Methoden die besten Resultate bei Anwendung gleich einfacher Mittel liefern.

Wollten nun einige Fachgenossen diese verschiedenen Methoden an einem und demselben Bestande prüfen, so würde diese wichtige Streitfrage vielleicht bald entschieden sein. Würde man sich hierbei verständigen und nach einem gemeinschaftlichen Arbeitsplane vorgehen, so könnte der Zweck noch kürzer und müheloser erreicht werden. Es könnte hierbei folgender Weg eingeschlagen werden:

Man wähle einen zum alsbaldigen Abtriebe bestimmten Bestand, welcher sich für die Prüfung der verschiedenen Methoden gleich gut eignet. (Eine Methode, welche nicht für alle Bestände anwendbar ist, steht an und für sich schon einer anderen gegenüber zurück, von welcher dieses nicht gilt.) Hierauf nehme man mit der größten Unparteilichkeit denselben Bestand nach jeder Methode mit möglichster Aufmerksamkeit auf, berechne nach jeder Methode dessen Masse und notire die mit jeder derselben verbundene Zeit und Arbeitskraft. Nachdem das Verfahren bei allen zu prüfenden Methoden beendigt ist, treibe man den Bestand kahl ab und untersuche ebenfalls mit aller Aufmerksamkeit dessen Massengehalt. Es

ist einleuchtend, daß für den fraglichen Versuch diejenige Methode den Vorzug verdient, welche in kürzester Zeit und mit den geringsten Mitteln dem wirklichen Fällungsergebniß am nächsten kommt. Natürlich kann hierbei ein einziger Versuch noch kein unangreifbares Urtheil begründen, es liegt jedoch die Wahrscheinlichkeit nahe, daß schon nach einer mäßigen Anzahl von Versuchen die Wagschale sich konstant zu Gunsten irgend einer der Methoden neigen wird und kann die Versuchsreihe, sobald dieser Fall eintritt, als geschlossen und die schwebende Frage als erledigt betrachtet werden.

Will man Massentafeln gleichzeitig der Prüfung unterwerfen, so darf der gewählte Probebestand nicht allzu klein sein, weil sich sonst die in den Massentafeln liegenden Durchschnitte zum Nachtheile der Methode nicht deutlich genug ausdrücken können.

Bekanntlich besteht noch ein großer Mangel an guten Ertragstafeln für Haubarkeits- und Durchforstungserträge. Die vorhandenen tragen vielfach das Gepräge künstlicher Zusammenfügung an sich. Die forstlichen Versuchsstationen werden auch diesen Gegenstand einer sorgfältigen Bearbeitung nach einem bestimmten Arbeitsplane unterziehen. Zur Erreichung des Zweckes erscheint es nothwendig, nicht allein während der ganzen Versuchszeit an ein und derselben Aufnahmsmethode festzuhalten, sondern auch ein Verfahren in Anwendung zu bringen, welches sich durch sicherste Grundlage auszeichnet. Nach unserer Ansicht kann es sich hierbei nur um Methoden handeln, welche Probestämme zur Fällung bringen (Draudt, Urich). Sollten die Versuche, wie dieses hier räthlich ist, durch eine größere Reihe von Jahren fortgesetzt werden, so würden die zu fällenden Probestämme nicht in der Probefläche selbst, sondern zweckmäßiger in deren nächsten Umgebung ausgewählt. Ebenso wären die Probeflächen an vor Frevel, Feuersgefahr, Insektenfraß und Sturm möglichst geschützte Orte zu verlegen. Wollte man nun untersuchen, welchen Verlauf die jährliche und periodische Massenmehrung der Fläche nimmt, so würde man vor Beginn des Versuches die Versuchsstelle erst ordnungsmäßig durchforsten, weil in den Ertragstafeln die Vornutzungen und Haubarkeitsnutzungen in der Regel getrennt behandelt werden. Von 5 zu 5 Jahren könnte man dann die Massenaufnahme in ganz derselben Weise immer wiederholen und es würden sich so, wenn auch erst nach einer Reihe von Jahren, die Zuwachsverhältnisse mit möglichster

Genauigkeit ergeben. Auch den jährlichen Zuwachs der Fläche könnte man mit verhältnißmäßig geringer Mühe ermitteln. Man hätte aber nicht nöthig, jährlich Probestämme zu fällen, sondern könnte sich damit begnügen, die Kreisflächensumme in Brusthöhe immer wieder zu ermitteln und die Massenmehrung nach dem Verhältnisse der Kreisflächenmehrung bestimmen.

In der Ueberzeugung, daß sich jetzt das forstliche Versuchswesen in guten Händen befindet und daß eine Reihe unserer tüchtigsten Fachmänner die Arbeitspläne für die wichtigsten Versuche sorgfältig feststellen wird, halten wir es für überflüssig, den Gegenstand noch weiter zu verfolgen.

Ebenso enthält Dr. K. Heyer's „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, I., Gießen 1846" über den berührten Gegenstand ein auch jetzt noch beachtenswerthes Material.

Zweiter Theil.

Von der Ermittlung der Holzalter.

Vorbemerkungen.

§. 52.

Wenn auch die Kenntniß des Kubikinhaltes eines Baumes, noch mehr aber eines Bestandes, unter vielen Verhältnissen an und für sich schon sehr werthvoll ist, so erhält dieselbe für viele Fragen der Forstwirthschaft doch erst dann volle Geltung, wenn neben der Holzmasse auch noch die Anzahl Jahre bekannt ist, welche zur Erzeugung des fraglichen Holzquantums nöthig waren. So kann man sich z. B. zwei nach Fläche und Holzmasse ganz gleiche Bestände denken, welche aber hinsichtlich ihres Alters doch sehr von einander abweichen. Nun besitzt aber offenbar derjenige Bestand, welcher in einer kürzeren Zeit dieselbe Holzmasse erzeugt hat, einen besseren Standort, als ein anderer, welcher hierzu eine längere Reihe von Jahren bedurfte. Oder mit andern Worten: dividirt man mit dem Alter eines jeden Bestandes in die ihm zugehörige Holzmasse und setzt man in beiden Beständen eine normale Bestockung voraus, so wird derjenige Bestand hinsichtlich seines Standorts der bessere sein, welcher den größten Quotienten, d. h. den größten Durchschnittszuwachs zeigt.

Der Durchschnittszuwachs spielt daher bei der Ermittlung der Standortsgüten oder bei dem Bonitirungsgeschäfte, was unzertrennlich mit jeder bessern Waldertragsregelung verbunden ist, die wichtigste Rolle. Nicht minder wichtig ist derselbe für die Festsetzung der Holz- und Betriebsarten und Umtriebszeiten, für die Berechnung der normalen und wirklichen Holzvorräthe einer Betriebsklasse, die Aufrechnung des periodischen Zuwachses u. s. w.

(Siehe den dritten Theil.) Wenn daher auch die gegenwärtige Holzmasse eines Bestandes oder Baumes mit aller Genauigkeit berechnet, aber das zugehörige Alter fehlerhaft ermittelt wurde, so erhält man einen falschen Durchschnittszuwachs und es müssen somit auch alle auf denselben sich gründenden Rechnungen mangelhafte Resultate liefern. Die Wichtigkeit einer richtigen Altersbestimmung leuchtet daher schon aus diesen Gründen ein.

Hierzu kommt aber noch weiter, daß in den meisten Fällen das Holzalter über die Zeit des Abtriebs der Holzbestände entscheidet, in so ferne nämlich als der ältere Bestand, einzelne Ausnahmen abgerechnet, früher verjüngungsfähig als der jüngere ist. Es hängt daher auch die richtige Aufstellung der Altersklassentabelle, wie sie die meisten Ertragsregelungsmethoden verlangen, von der richtigen Altersbestimmung ab. Den Massenfachwerkern, welche die künftigen Erträge der bis jetzt noch nicht haubaren Bestände an das Ende der Umtriebszeit berechnen, müssen ebenfalls die Methoden der Altersbestimmung bekannt sein, wenn sie bei der Feststellung des nachhaltigen Ertrags der Waldungen Fehler vermeiden wollen.

Da man unter Umständen nur das Alter eines einzelnen Baumes, oft aber auch dasjenige eines Bestandes zu bestimmen hat, so werden wir hiernach die fragliche Materie in zwei Abschnitte zu bringen haben.

Erster Abschnitt.

Von der Altersbestimmung an Einzelbäumen.

I. Von der Schätzung des Alters nach dem Augenmaße.

1. Von der Beurtheilung des Alters nach der Höhe und dem Durchmesser des Baumes.

§. 53.

Um jedem Mißverständnisse vorzubeugen, bemerken wir gleich im Anfang, daß es sich hier nur um eine oberflächliche Veranschlagung, nicht um eine genaue Bestimmung der Stammalter handeln kann. Solche Schätzungen kommen aber im praktischen Leben öfters vor, z. B. bei der vorläufigen Aufstellung der Altersklassentabelle, um einen beiläufigen Ueberblick über das Alter der in einem Wirthschaftsganzen vorhandenen Bestände zu erlangen; sie thun auch hier gute Dienste, weßhalb einige Bemerkungen über diesen Gegenstand nützlich sein dürften.

Bekanntlich legt jeder lebende Baum jährlich einen neuen Holzring an, sein Durchmesser nimmt daher jährlich um die doppelte Breite dieses Ringes zu. Wäre nun die Stärkezunahme eines Baumes unter allen Verhältnissen jährlich dieselbe, so läge hierin das sicherste Mittel, das Alter desselben auf das schärfste zu bestimmen. Man hätte nämlich dann nur nöthig, die doppelte Jahrringbreite einmal an einem gefällten Baume abzunehmen, so würde sich das Alter eines jeden beliebigen Baumes ergeben, indem man mit der doppelten Jahrringbreite in den Durchmesser dividirte. Eine solche Gesetzmäßigkeit in dem Stärkewachsthum findet aber nicht statt, dieses wechselt vielmehr nach Holzart, Standort, Alter, Schluß, Witterung, Waldbehandlung u. s. w. Man ist daher nur zu der Annahme berechtigt, welche jedoch nicht unter allen Um-

ständen richtig ist, daß dem stärkeren Baum, namentlich gleiche Standorte vorausgesetzt, im allgemeinen ein höheres Alter als dem schwächeren entspricht.

Ebenso setzt der Baum in der Richtung der Schaftachse jährlich einen Längentrieb an. Wäre dieser jährlich gleich groß, so hätte man hierin ein zweites Mittel, das Alter eines Baumes mit der nur erwünschten Genauigkeit zu bestimmen. Man hätte nämlich auch hier nur nöthig, den jährlichen Längentrieb eines Baumes einmal zu messen, um nach Division der gefundenen Zahl in die Gesammtlänge eines Baumes, in dem Quotienten ebenfalls das Stammalter zu erhalten. Aber auch hinsichtlich des jährlichen Längenwuchses besteht diese Gesetzmäßigkeit nicht, denn letzterer ist von ähnlichen Verhältnissen wie der Stärkewuchs abhängig. Man ist daher auch hier nur zu der Annahme berechtigt, daß im allgemeinen und insbesondere unter gleichen Standortsverhältnissen der höhere Baum ein höheres, der niedrige aber ein niedrigeres Alter besitzt.

Aber selbst dieses Gesetz ist nicht ohne Ausnahme, denn es kommt häufig vor, daß auch höhere Bäume gleicher Holzart ein geringeres Alter als niedrigere besitzen; es hängt dies nur von der Art und Weise ab, wie sich der eine oder der andere das Wachsthum des Stammes bedingende Faktor in dem vorliegenden Falle ausspricht.

In gedrängtem Zustande und auf gutem Standorte schießt der Baum rasch und sehr schlank auf, während derselbe unter gleichen Verhältnissen, aber auf einem minder günstigen Standort erwachsen, in derselben Zeit eine geringere Höhe erreicht. Umgekehrt kann ein auf schlechterem Standorte erwachsener, aber aus einem geschlossenen Bestande entnommener Baum in derselben Zeit wieder höher werden, als ein auf gutem Standorte aber frei erwachsener u. s. w.

Um daher bei der Begutachtung der Baumalter nach dem Augenmaß etwas sicherer zu gehen, zieht man besser die Baumhöhe und Baumstärke gleichzeitig in Betracht, denn von zwei gleich hohen und unter denselben Verhältnissen erwachsenen Bäumen wird sicher der stärkere auch der ältere sein. Zur annähernd richtigen Einschätzung der Baumalter kann übrigens nur eine längere Erfahrung und Vergleichung mit solchen Beständen führen, deren Alter

man bereits kennt. Am schwierigsten ist die Aufgabe jedenfalls an solchen Bäumen zu lösen, welche das Haubarkeitsalter schon längere Zeit überschritten haben, weil hier der Stärkezuwachs verhältnißmäßig sehr gering ist, der Höhenwuchs öfter schon ganz aufgehört hat, bei abgestorbenem Gipfel sogar wieder im Rückschritt begriffen ist. Bei Bäumen bis zu 80 auch 100 Jahren wird man das Alter bei gehöriger Einübung in der Regel aber doch so genau anzusprechen vermögen, um sie in die bei Hochwald meist 20jährigen Altersklassen für den vorliegenden Zweck annähernd richtig eintragen zu können. Bestände, welche die normale Umtriebszeit bereits überschritten haben, fallen ohnehin sämmtlich in die I. oder älteste Altersklasse, eine größere Differenz in der Altersbestimmung bleibt daher für den vorliegenden Zweck ohne Nachtheil.

2. Von der Ermittlung des Alters nach der Zahl der Schaftquirle.

§. 54.

Manche Nadelhölzer, insbesondere die verschiedenen Kiefernarten, Fichten und Tannen schon weniger und Lärchen eigentlich gar nicht, setzen jährlich einen deutlich von dem vorjährigen Triebe unterscheidbaren Schaftquirl an der äußersten Spitze des Baumes an. Man kann daher das Alter dieser Holzarten im stehenden Zustande dadurch bestimmen, daß man die Anzahl der Jahresquirle genau zählt und zu der erhaltenen Summe noch so viele Jahre hinzu addirt, als muthmaßlich bis zu der Stelle verflossen sind, wo man die Zählung der Quirle begann.

Ueber die Zahl der Jahre, um welche die Quirlzahl noch vermehrt werden muß, läßt sich zwar nicht unbedingt absprechen, weil dieselbe nach Holzart, mehr oder weniger kräftigem Standort, lichterem oder dichterem Schluß u. s. w. abhängig ist, jedoch dürften im allgemeinen bei schnellwüchsigen Holzarten 2—3, bei langsam wüchsigen Holzarten 3—4 Jahre namentlich dann genügen, wenn man mit der Zählung der Quirle möglichst tief beginnt und nöthigenfalls die den Stamm umgebende Moos- oder Nadelschichte zuvor noch entfernt.

Unter allen Nadelhölzern eignet sich die Kiefer in doppelter Beziehung am besten zu dieser Art der Alterbestimmung. Einmal

treibt sie die regelmäßigsten Quirle und dann lassen sich dieselben, in Folge der lichteren Beastung der Kiefer und ihrer weniger gedrängten Stellung, noch bis zu beträchtlichen Höhen hinauf genau unterscheiden. Indessen lassen sich selbst bei der Kiefer die Schaftquirle nicht wohl höher als bis in das 40. Jahr hin mit Sicherheit abzählen. Sollte man die Quirle nicht gut bis in den Gipfel verfolgen können, so zähle man dieselben nur bis zu einem grünen, hervorragenden Aste und addire dann zu der gefundenen Zahl noch die Quirlzahl des Astes.

Schon unsicherer ist die Altersbestimmung nach der Quirlzahl bei der Fichte und Tanne, namentlich wenn sie längere Zeit unter dem Schutze der Mutterbäume erwachsen sind, weil diese Holzarten in der Jugend sehr langsam wachsen und öfters auch zwischen den Hauptjahresquirlen noch Scheinquirle, allerdings mit unregelmäßiger Stellung und weniger Aesten bilden.

Bei der quirllosen Lärche, bei älteren Kiefern, Fichten und Tannen, sowie bei sämmtlichen Laubhölzern läßt sich das Alter nach dieser Methode nicht ermitteln.

II. Von der Bestimmung des Alters nach aktenmäßigen Ueberlieferungen.

§. 55.

Ueberall, wo schon seit einer Reihe von Jahren ein geordneter Forstbetrieb stattfindet, geben die jährlichen Wirthschaftspläne Auskunft über die verschiedenen Kulturen und die Zeit ihrer Ausführung, über die Fällungen, Samenschlagstellungen, Lichtungen und gänzlichen Abtriebe u. s. w. Besteht schon längere Zeit eine Ertragsregelung, so enthalten auch die sogenannten Betriebsnachweisungen (Nachtragsarbeiten) manche Aufzeichnungen in fraglicher Richtung. Diese Dokumente liefern daher oft ein ganz schätzbares Material für die Alterbestimmung, wenn auch nur junger und mittelalter Bäume, denen um so mehr Werth beizulegen ist, je mehr man die Ueberzeugung haben kann, daß sie mit Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit aufgezeichnet wurden. Wenn ein Bestand nicht durch Saat, sondern durch Pflanzung entstanden ist, dann ist auch darauf zu sehen, daß zu der Zahl der Jahre,

welche von der Pflanzzeit bis in die Gegenwart verflossen ist, noch das damalige Alter der Pflanzen selbst hinzuaddirt wird.

Nicht selten fällt auch das Alter eines Baumes oder Bestandes mit einem besonderen Ereignisse zusammen, welches man dem Gedächtnisse oder einem Taschenbuch anvertraut hat.

Ebenso können langgediente, lokalkundige Forstbeamte, Forstwarte, Holzhauer u. dgl. Personen, welche vielleicht bei der Begründung eines Bestandes zugegen waren, öfter Auskunft über das zu bestimmende Alter desselben ertheilen. Jedoch möchten wir solche Mittheilungen nicht gerade für Zwecke empfehlen, bei denen es sich um eine durchaus richtige Alterbestimmung handelt.

III. Von der Bestimmung des Alters mittelst Zählen der Jahrringe.

§. 56.

Das sicherste Mittel zur Alterbestimmung eines Baumes bleibt unter allen Umständen das Zählen der einzelnen Jahrringe unmittelbar über dem Wurzelstock. Es ist diese Methode bei Anwendung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln ganz untrüglich, weil durch vielfältige Untersuchungen nachgewiesen wurde, daß die lebende Holzpflanze jährlich einen neuen von den früheren Ringlagen merklich unterscheidbaren Holzring auflegt, dessen äußerer Rand sich durch ein etwas dunkler gefärbtes, dichteres und härteres Zellgewebe auszeichnet und so lange deutlich erkennbar bleibt, als die Holzpflanze an der betreffenden Stelle vollständig gesund ist.

Theodor Hartig, der sich als Pflanzenphysiologe viel mit dem Wachsthume der Bäume beschäftigt hat und dem man daher wohl ein Urtheil zugestehen kann, stellt die Möglichkeit der Bildung von zwei Jahrringen in einem Jahre oder das Ausbleiben eines Jahrringes (etwa in einem besonders trockenen Jahr) entschieden in Abrede, indem er Seite 36 seiner Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche bemerkt, daß, da die Bildung des Jahrestriebes mit der des Holzringes in innigster Beziehung stehe, der Jahrestrieb nichts anderes als der über die Spitze der vorhergehenden Jahrestriebe erweiterte Holzring sei, das Ausbleiben eines Jahresringes auch das Ausbleiben der Längentriebe, mithin auch der

Belaubung im Gefolge haben würde. Hiernach ist also bei normal entwickelten lebenden Bäumen das Ausbleiben des Jahresringes unmöglich, wenn er sich auch in einzelnen dem Wachsthume nicht günstigen Jahren nur sehr schwach entwickelt.

So führt z. B. ein Entblättern der Bäume auch eine Unterbrechung in der Bildung der Holzringe nach sich. Kopf- und Schneidelbäume, welche man im Winter ihrer Aeste beraubt, entwickeln im darauffolgenden Winter kaum mit der Loupe sichtbare Jahrringe. Aehnliches zeigen durch Maikäfer kahl gefressene Buchen oder sonstige Bäume mit geringer Blätterproduktionskraft. In neuerer Zeit wollen Th. Hartig und R. Hartig an sehr unterdrückten Hölzern das Fehlen von Jahrringen in den unteren Stammtheilen nachgewiesen haben, doch gehören solche Erscheinungen zu den seltenen Ausnahmen und sind daher für die Frage der Alterbestimmung zu taxatorischen Zwecken bedeutungslos.

Von ähnlich untergeordneter Bedeutung für die taxatorische Alterbestimmung scheint uns auch die Frage der sogenannten Schein- oder Doppelringe zu sein, d. h. die Frage, ob sich unter gewissen Verhältnissen zwei Holzringe in einem Jahre entwickeln können. Th. Hartig leugnet die Bildung von Doppelringen, indem sich selbst bei der Entwicklung eines zweiten Längentriebes (Johannistrieb) nie eine zweite Breitfaserschichte in demselben Jahr entwickle, bei sorgfältiger Behandlung des Baumquerschnitts daher auch nicht wohl ein Zweifel entstehen könne, was man als einen wirklichen Jahrring und was nicht als einen solchen betrachten könne. Allerdings hat man beobachtet, daß z. B. in abnorm trockenen Jahren und nach heftigen Frühlingsfrösten unter Umständen die Vegetation in der Art unterbrochen werden kann, daß sich bei einigen Holzarten Scheinringe bilden können, dieselben sind jedoch von den ächten Jahrringen daran zu unterscheiden, daß sie häufig nicht ringsum geschlossene Kreise bilden, oder nicht in allen Baumhöhen zu finden sind und daß sie nicht schroff, wie die ächten, sondern allmälig in die angrenzende Holzschichte verlaufen.

Am sichersten erfolgt das Zählen der Jahrringe, wenn man den Baum unmittelbar über dem Stocke in der Art möglichst senkrecht zur Schaftaxe durchsägt, daß der Schnitt wo möglich das jüngste einjährige Pflänzchen noch trifft. In Folge des Säge-

schnittes wird das Holzgewebe namentlich bei weicheren und grobfaserigen Hölzern häufig so aufgerissen, daß sich die einzelnen Jahrringe nicht mehr mit genügender Schärfe unterscheiden lassen. Dieser Mißstand wird nun dadurch beseitigt, daß man die Stelle der Querfläche, wo die Jahrringe gezählt werden sollen, rein abhobelt, oder mit einem scharfen Stemmeisen, auch Baumrisser, sorgfältig glättet. Scheiden sich die einzelnen Jahresringe auch dann noch nicht deutlich ab, so kann man mittelst Einreiben von färbenden Substanzen, z. B. schwarzer Humuserde (nach K. Heyer) — wenn die Zählung im Walde geschieht — noch nachhelfen.

Theodor Hartig empfiehlt für Nadelhölzer und solche Laubhölzer, deren Holzröhren sehr enge sind, verdünnte Dinte; dagegen für Hölzer mit größeren Holzröhren Berliner Waschblau, ein Gemisch von mit Indigo gefärbten Stärkemehlkörnern, was in der Hauswirthschaft häufig in Gebrauch ist. Wird das mit kaltem Wasser eingerührte Blau auf die Schnittfläche aufgetragen, so ziehen sich die dunkelblauen Mehlkörner in die Oeffnungen der Holzröhren und färben diejenigen Stellen, an welchen letztere gedrängt stehen, viel dunkler als die andern.

Gustav Heyer empfiehlt einen Aufguß von Ferrocyankalium und hierauf von Eisenchlorid. Preßler schlägt Eisenchlorid und mit Anilin roth gefärbten Weingeist vor. Auch eine wässerige Lösung von braunem Anilin soll sich empfehlen.

Sind die Jahrringe sehr schmal, so daß sie sich mit dem bloßen Auge nur schwierig unterscheiden lassen, so leistet auch eine nicht allzu scharfe Loupe wesentliche Dienste. Bei dem Zählen der Jahrringe, welches am besten vom Herz aus nach der Rinde hin geschieht, verfolge man nicht einen und denselben Radius, sondern suche auf der Schnittfläche immer diejenigen Stellen aus, wo die Ringe am breitesten und am deutlichsten unterscheidbar sind; bezeichne ferner je 10 zu 10 Ringe mit einem kurzen Bleifederstriche, um bei etwa vorkommenden Irrungen das mühesame und zeitraubende Nachzählen ersparen zu können.

Sollte bei dem Abschnitte des Wurzelstockes das jüngste Pflänzchen nicht getroffen worden sein, dann muß man zu der gezählten Jahrringeszahl gutächtlich noch so viele Jahre hinzuaddiren, als man glaubt, daß der Baum nöthig gehabt habe, um die Stockhöhe zu erlangen. Wie viele Jahre dieser Zusatz betragen soll, hängt von der Holzart, dem Standorte, der Waldbehandlungsart u. s. w. ab. Bei in der allerersten Jugend schnell wüchsigen Holz-

arten ist dieser Zusatz natürlich geringer, als bei langsam wüchsigen Holzarten. Je nach der Stockhöhe und nach der Breite der Holzringe in der Nähe des Herzes kann man 2—5 Jahre in Aufrechnung bringen. Wir kommen übrigens auf diesen Gegenstand von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet im folgenden Abschnitte nochmals zurück.

Karl hat in seiner Abhandlung über die Ermittlung des richtigen Holzbestandsalters u. s. w. Seite 15 und 16 ein Verfahren besprochen, was geeignet sein soll, das Alter eines Baumes bis in den Kern des einjährigen Pflänzchens hinein verfolgen und darum ohne allen Zusatz ganz richtig bestimmen zu können. Dasselbe besteht nach den eigenen Worten Karl's darin:

„Man läßt den Stock des umgegrabenen Stammes in gewöhnlicher oder, der leichteren Behandlung wegen, in geringerer Höhe absägen, und nachdem derselbe auf die Abhiebsfläche gestellt ist, von oben herunter so spalten, daß, wo thunlich, die Markröhre oder die junge Pflanze in die Spaltfläche des einen oder des anderen der gespaltenen Stücke zu liegen kommt."

„Wird diese Absicht durch das erste Spalten nicht erreicht, so wird eine weitere Trennung vorgenommen; übrigens ist ein genaues Zusammentreffen der Markröhre oder des sich in der Regel durch seine härtere Beschaffenheit auszeichnenden jungen Stämmchens nicht unumgänglich nothwendig, und es genügt schon eine dießfallsige Annäherung."

„Ist diese Vorarbeit beendigt, so wird mit einem beliebigen schneidenden Instrumente, am besten aber mit einem guten, zwischen seiner Schneide und dem Griff gebogenen Hohleisen, von der Abschnittsfläche des Stockes gegen den Wurzelknoten hin, so viel Holz weggehauen, oder mit jenem Hohleisen weggestoßen, daß die dadurch schief durchschnittenen Jahrringe leicht gezählt werden können."

„Es ist klar, daß eine solche Behandlung des Geschäftes mehr Zeit und Kosten fordert, als jedes andere Verfahren; allein da man nur auf diesem Wege das Ziel mit der nöthigen Gewißheit erlangen kann, so muß dasselbe auch in allen Fällen eingehalten werden, wo es die Wichtigkeit der Alterserhebung erfordert, wohin namentlich die Ertragsuntersuchungen behufs der Anfertigung von Ertragstafeln u. s. w. gezählt werden müssen."

Zweiter Abschnitt.

Von der Bestimmung des Alters ganzer Bestände.

I. Von der Bestimmung des Alters gleich alter Bestände.

§. 57.

A) Bei den mit niedrigen Umtrieben zu behandelnden Niederwaldungen, in welchen in der Regel jährlich ein Schlag abgetrieben wird, dürfte sich in vielen Fällen ein genügendes Material zur Bestimmung des Alters der einzelnen Jahresschläge in den Wirthschaftsrechnungen, Wirthschaftsplänen u. s. w. vorfinden. Sollte jedoch das fragliche Material unzureichend befunden werden, so geschieht die Alterbestimmung um so sicherer auf die im vorigen Paragraphen beschriebene Weise, weil in Niederwaldungen der erstjährige Trieb meist eine beträchtliche Länge (bis zu 1 m) erreicht, und darum im Zählen der Jahrringe nicht wohl ein Fehler unterlaufen kann, wenn man eine oder mehrere der stärksten Loden dicht über dem Stocke abnimmt. Ein Hinzuaddiren von einem oder mehreren Jahren ist hier natürlich unnöthig.

B) Gleichalterige Hochwälder finden sich in der Regel nur bei künstlich angelegten Pflanz- oder Saatbeständen, oder bei natürlichen Verjüngungen, welche nachweislich aus einem Samenjahre entstanden sind. Verdankt der Bestand jedoch seine Entstehung verschiedenen in längeren Zwischenräumen erfolgten Samenjahren, so muß sein Alter, wenn es sich um ein genaueres Resultat handelt, nach §. 59 ermittelt werden.

Darf man nun voraussetzen, daß sämmtliche Stämme eines Bestandes das gleiche Alter besitzen, alsdann genügt zur Ermittlung des unbekannten Alters die Fällung eines einzigen, am besten der stärkeren, aber nicht der stärksten Klasse angehörigen Stammes, dessen Jahrringe man nach der in §. 56 angegebenen Methode zählt.

auch den gleichen Durchschnittszuwachs haben, denn Standort, Schluß und künftige Waldbehandlung wurden in beiden Beständen gleich vorausgesetzt. Nun findet man aber bei genauer Befolgung des §. 56 für den Bestand x ein Alter von 94, für den Bestand y ein solches von 84 Jahren, daher für x ein jährlicher Durchschnittszuwachs von $\frac{3600}{94} = 38{,}3$, und für $y = \frac{3600}{84} = 42{,}8$ Festmeter, mithin bei gleicher Standortsgüte, gleichem Schluß und gleicher Behandlung sehr beträchtliche Differenzen, welche sich bei der Wahl eines niedrigeren Umtriebes und wenn x noch länger im Drucke gestanden hätte, noch vergrößert haben würden.

Wenn unsere obige Annahme zutrifft, daß ein in den ersten Jahren im Drucke gestandener Bestand einen etwas jüngeren kräftig erzogenen bei gleichem Standort und gleicher Behandlung nicht mehr einzuholen vermag, wenn es ferner nicht in Abrede gestellt werden kann, daß das Alter allein für die Zwecke der Waldertragsregelung werthlos ist, sondern nur im Zusammenhalt mit der Masse seine Bestimmung erfüllt, und wenn es endlich richtig ist, daß man einem haubaren, geschlossenen, auch wüchsigen Bestand nie seine früheste Jugendgeschichte ansehen kann; so dürfte eine so sorgfältige Bestimmung des Alters nach §. 56 nicht einmal empfehlenswerth sein.

Im Gegentheil wäre es dann besser, den Baum — an welchem das Alter ermittelt werden soll — stets etwa bei 0,3 m über der Erde abzuschneiden, dessen Jahrringe hier mit aller Sorgfalt zu zählen und der gefundenen Zahl ein für alle Mal eine der normalen Entwicklung gleich kommende, der Bonität und der Holzart entsprechende gleiche Anzahl Jahre beizuschlagen. Wäre es z. B. aus Erfahrung bekannt, daß eine normal gewachsene Kiefer auf gutem Standorte nach zurückgelegtem 3. Jahre eine durchschnittliche Höhe von 0,3 m besitzt, so wäre der bei 0,3 m Stockhöhe gefundenen Jahrringzahl noch 3 Jahre zuzuschlagen.

Wir halten diesen Gegenstand einer größeren Berücksichtigung würdig.

C) Das Alter des Unterwuchses in Mittelwaldungen wird nach A ermittelt. Soll für den aus verschiedenen Altersklassen zusammengesetzten Oberstand ein mittleres Alter bestimmt werden, so kann dieses nur nach §. 59 geschehen.

D) Die Ermittlung des mittleren Alters eines der Femelwirthschaft entstammenden Bestandes wird gleichfalls nach §. 59 vorgenommen.

Die Alterbestimmung überhaupt wird am besten mit der Fällung der Probestämme, wenn eine solche zum Zweck der Massenaufnahme als wünschenswerth erscheint, verbunden.

II. Von der Bestimmung des mittleren Alters ungleich alter Bestände.

1. Wichtigkeit und Begriff des mittleren Bestandesalters.

§. 58.

A. Wichtigkeit des mittleren Bestandesalters.

Auf die Wichtigkeit der Alterbestimmung wurde im Allgemeinen schon im §. 52 hingewiesen. Daß die Ermittlung des Alters gleich alter Bestände keinen besonderen Schwierigkeiten unterliegt, hat sich aus §. 57 ergeben. Schwieriger ist die Lösung dieser Aufgabe bei Beständen, welche aus verschiedenen Altersklassen zusammengesetzt sind. Es lassen sich hier zwei Fälle unterscheiden: entweder sind die Altersklassen nicht flächenweise in dem Bestande getrennt, stehen also in bunter Mischung unter einander, oder die verschiedenen Alter treten in ein und demselben Bestande deutlich nach Flächen getrennt auf. Der erste Fall findet statt, wenn der Bestand (z. B. Buchen und Tannen) auf natürliche Weise aber aus verschiedenen Samenjahren entstanden ist, oder bei der Oberstandsmasse in Mittelwaldungen und endlich in Femelwaldungen. Der zweite Fall kommt fast bei jeder Waldertragsregelung da vor, wo man z. B. bei der Bildung der gleichen Standorten angehörigen Waldabtheilungen, wegen Altersverschiedenheit, mehrere Unterabtheilungen bilden mußte, bei welchen es im Plane liegt, sie künftig in eine Abtheilung zu verschmelzen, d. h. die Altersdifferenzen zum Verschwinden zu bringen. Um diese Verschmelzung der Unterabtheilungen zu ermöglichen, müssen dieselben nothwendig einmal gleichzeitig zum Abtrieb gelangen.

Welches ist nun, kann man fragen, das mittlere Alter solcher Bestände in dem einen oder andern Falle? Diese Frage ist deßhalb wichtig, weil alle Ertragsregelungsmethoden von dem mittleren Alter solcher Bestände Anwendung zu machen haben.

So theilt der Massenfachwerker z. B. den 100jährigen Einrichtungszeitraum in 5 gleich große 20jährige Perioden, setzt jeden Bestand hierauf seinem Alter nach in die betreffende Altersklasse und berechnet die künftigen Haubarkeitserträge an das Ende dieser Einrichtungszeit.

Wären nun alle Bäume eines Bestandes z. B. 36jährig, so wäre kein Zweifel, daß derselbe in die IV. Periode oder in die Altersklasse 21—40jährig zu setzen wäre, man wüßte ferner, daß man dem Bestand zu seiner gegenwärtigen Masse noch 64 Jahreszuwachse zuzuzählen hätte, bevor derselbe seine Haubarkeit im 100. Jahre erreichen würde. Nicht so kurzer Hand läßt sich aber die Frage entscheiden, wenn z. B. in einem gleichzeitig abzutreibenden Bestande 15-, 30- und 50jährige Stämme untermischt oder flächenweise getrennt vorkämen. Niemand ist im Stande ohne weitere Thatbestände richtig anzugeben, in welche Periode ein solcher Bestand zu setzen ist, und wie viele Jahre er noch bis zu seinem Abtriebsalter stehen muß.

Man sieht heraus, daß das mittlere Bestandesalter für das Massenfachwerk einen doppelten Werth hat. Eine ähnliche Bedeutung hat dasselbe für das komponirte Fachwerk, sowie für diejenigen Methoden, welche von dem Durchschnittszuwachse ausgedehnte Anwendung machen, denn der Durchschnittszuwachs Z eines Bestandes ergibt sich aus der Division des mittleren Alters A desselben in dessen Haubarkeitsmaße M, es ist daher $Z = \frac{M}{A}$, wird also A unrichtig bestimmt, so fällt auch Z falsch aus.

Dieses gewiß nicht unfruchtbare Feld der Altersbestimmung lag längere Zeit fast ganz brach, bis es endlich von dem kgl. preußischen Oberforstmeister Smalian*), dem großherzogl. hessischen Professor K. Heyer**) und dem königl. bayerischen Revierförster

*) Smalian's „Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes u. s. w.", Berlin 1840, und „Beiträge zur Forstwissenschaft", Stralsund 1842.

**) K. Heyer's „Waldertragsregelung", Gießen 1841 und „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen", Gießen 1846.

Gümbel*) fast gleichzeitig etwas sorgfältiger bearbeitet wurde. Einige Jahre später hat Karl**) den Gegenstand an einer Menge von Beispielen weiter erläutert, Gustav Heyer***) aber denselben durch eine allgemeine Beweisführung in ein wissenschaftlicheres Gewand zu bringen gesucht.

B. Begriff des mittleren Bestandesalters.

Wenn über das mittlere Alter der Bestände nicht schon früher genauere Untersuchungen angestellt wurden, überhaupt auch jetzt noch häufig fehlerhafte Wege hinsichtlich der Bestimmung des fraglichen Alters eingeschlagen werden, so dürfte die Ursache theils darin liegen, daß man von dem mittleren Alter der Bestände sich noch verschiedene und nicht immer die richtigen Vorstellungen macht. Es wurde schon im vorigen Paragraphe bemerkt, daß für die Zwecke der Waldertragsregelung, für welche ja die meisten Altersbestimmungen vorgenommen werden, die Kenntniß der in einem Bestande vorkommenden Baumalter allein nicht genüge, sondern erst in Verbindung mit den in den betreffenden Zeiten erfolgenden Holzmassen der einzelnen Altersklassen volle Bedeutung erlange. Mit andern Worten, bei der Bestimmung des mittleren Alters eines Bestandes kann nie die Kenntniß des Alters in den einzelnen Altersklassen und der aus diesen genommene Durchschnitt allein genügen, sondern die wesentlichste Rolle übernimmt hierbei die zu den einzelnen Altersklassen gehörige Holzmasse. Nehmen wir an, um ein auffallendes Beispiel zu geben, ein Bestand bestünde aus $\frac{9}{10}$ seiner gegenwärtigen Masse aus 80jährigen Bäumen und nur $\frac{1}{10}$ derselben sei 40jährig, so ist der Bestand als Ganzes betrachtet weder 80 noch 40jährig, wollte man aber kurzer Hand, wie das mitunter geschieht, aus beiden Altern das arithmetische Mittel $\frac{80 + 40}{2} = 60$ als das mittlere Alter annehmen, so wäre dieses gewiß, in dem Sinne, in welchem wir das mittlere Bestandesalter

*) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1841, Seite 85.

**) Karl's Ermittlung des mittleren Bestandesalters, Frankfurt a/M. 1847.

***) Dr. G. Heyer, über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände, Dessau 1852.

gebrauchen, ein großer Fehler, weil in diesem Falle die zwei Altersklassen, obgleich sie sehr verschiedene Holzmassen enthalten, doch zu ganz gleichen Theilen an der Altersbestimmung participiren würden.

Ebenso unrichtig würde man verfahren, wollte man das mittlere Bestandesalter in der Art bestimmen, daß man jedes Klassenalter mit der zu ihr gehörigen Stammzahl multiplicirte, die einzelnen Produkte addirte und mit der ganzen Stammzahl dividirte. Es wäre dieser Weg nur dann richtig, wenn alle Stämme ohne Unterschied der Altersklassen einen ganz gleichen Inhalt besäßen, was aber in der Natur niemals der Fall ist. Angenommen, eine Abtheilung habe nur zwei Unterabtheilungen, die eine sei 80jährig, zähle 600 Stämme und habe eine Masse von 800 Festmeter, die andere sei 30jährig, zähle 1000 Stämme und habe eine Masse von 100 Festmeter; so wäre nach diesem Verfahren das mittlere Stammalter $\frac{600 \times 80 + 1000 \times 30}{1000 + 600}$ $= \frac{48000 + 30000}{1600} = \frac{78000}{1600} = 49$ Jahre, während man z. B. nach der praktisch richtigen Formel von Heyer, Smalian oder Gümbel (§. 59 B.) 68 Jahre fände. Bei 100jährigem Umtrieb käme der Bestand daher nach dem fehlerhaften Verfahren in die III., nach dem richtigen in die II. Periode. Nach ersterem würde die Abtheilung noch 51, nach letzterem noch 32 Jahre stehen, nach ersterem würde ferner die jüngere Altersklasse ein Alter von 30 + 51 = 81, die ältere von 80 + 51 = 131 Jahre, nach dem letzteren die jüngere ein Alter von 30 + 32 = 62, die ältere von 80 + 32 = 112 Jahre erreichen; nach ersterem würde endlich das Haubarkeitsalter um 31, nach letzterem nur um 12 Jahre überschritten. Man sieht, welche großen Differenzen je nach der Wahl des Verfahrens möglich sind.

Um daher das Alter eines ungleich alten Bestandes richtig zu bestimmen, müssen wir das mittlere Alter desselben als diejenige Zeit hinstellen, welche ein gleichalteriger Bestand gebraucht haben würde, um die nämliche Holzmasse zu erzeugen, welche gegenwärtig der ungleichalterige Bestand besitzt*).

*) Siehe Dr. G. Heyer, über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände, Seite 81, ferner Karl in seiner bereits erwähnten Schrift, Seite 24 und Gümbel in der Forst- u. Jagdz. von 1841, S. 86.

Wie man nach dieser Auffassung des mittleren Bestandesalters (Wachsthumsalter nach Gümbel und Massenalter nach Karl) den Zweck am besten praktisch richtig erreichen kann, wollen wir im folgenden Paragraphe zeigen.

2. Methoden zur richtigen Bestimmung der mittleren Bestandesalter.

§. 59.

A. Bestimmung des mittleren Alters nach Ertragstafeln.

Nach der am Schlusse des vorigen Paragraphen gegebenen Definition von mittlerem Bestandesalter, ließe sich das letztere ganz leicht bestimmen, wenn man im Besitze einer für gleichalterige Bestände aufgestellten Ertragstafel wäre, von der man die feste Ueberzeugung hätte, daß sie ganz genau mit den Standortsverhältnissen des fraglichen ungleich alten Bestandes übereinstimmte. Man hätte nämlich nur nöthig, die prädominirende Holzmasse des ungleich alterigen Bestandes pro Flächeneinheit (Hektar) aufzunehmen, diese Masse in der zugehörigen Tafel aufzusuchen, so würde die voranstehende Alterzahl das mittlere Alter des Bestandes sein, denn das mittlere Alter ist ja diejenige Zeit, welche ein gleichalteriger Bestand gebraucht haben würde, um dieselbe Holzmasse zu erzeugen.

Diesem gewiß einfachen Verfahren, auf welches schon Gümbel hinwies und was später von Karl zur Prüfung der verschiedenen hierher gehörigen Methoden benutzt wurde, stehen in der Praxis zwei wesentliche Hindernisse entgegen. Einmal fehlt es bis jetzt noch vielfach an brauchbaren Ertragstafeln, welche für die verschiedenen Bonitäten und Holzarten den Massengehalt naturgemäß von Jahr zu Jahr enthalten, sodann ist es nach der jetzigen Ausbildung der Standortslehre auch sehr schwierig, für den ungleich alterigen Bestand, was doch dringend nöthig wäre, immer die richtige Ertragstafel unter den verschiedenen Bonitäten auszuwählen. Diese Mißstände bestimmten einige Forstmänner andere Methoden in Vorschlag zu bringen.

B. Bestimmung des mittleren Alters aus Masse und Durchschnittszuwachs (Massenalter).

Wie bereits erwähnt, ergibt sich der jährliche Durchschnittszuwachs Z eines Bestandes, wenn man dessen Gesammtmasse M durch sein mittleres Alter A dividirt, d. h. es ist $Z = \frac{M}{A}$. Hieraus folgt aber auch umgekehrt das unbekannte Alter A, im Falle M und Z bekannt wären: $A = \frac{M}{Z}$. Auf diesen Satz gestützt, sucht man das unbekannte mittlere Alter A aus der voraus zu bestimmenden prädominirenden Holzmasse des ungleich alten Bestandes und dem jährlichen Durchschnittszuwachs aller Altersklassen wie folgt zu bestimmen:

Angenommen, eine Abtheilung bestehe aus drei deutlich unterscheidbaren Altersklassen, so ermittelt man die Massen m, m′ und m″ jeder derselben, sowie ihr Alter a, a′ und a″ besonders, dividirt alsdann die Masse jeder Altersklasse durch das zugehörige Alter, und erhält so den Durchschnittszuwachs jeder Altersklasse und in der Summe derselben, nämlich in $\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'} + \frac{m''}{a''}$, den jährlichen Durchschnittszuwachs sämmtlicher Altersklassen. Wird schließlich noch die Masse des ganzen Bestandes $M = m + m' + m''$ durch den gesammten jährlichen Durchschnittszuwachs dividirt, so ergibt sich das mittlere Bestandesalter A. Es ist nämlich allgemein:

$$A = \frac{m + m' + m'' + \ldots.}{\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'} + \frac{m''}{a''} + \ldots.}$$

Diese Methode findet sich in K. Heyer's Waldertragsregelung (Gießen 1841) angegeben, stimmt jedoch mit der Formel Smalian's (in dessen Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes, Berlin 1840, sowie dessen Beiträgen zur Forstwissenschaft, Stralsund 1842) und Gümbel's (Forst- und Jagdzeitung 1841, Seite 87 und 88) ganz überein. Da diese Methode fast gleichzeitig veröffentlicht wurde, so ist schwer zu entscheiden, ob jeder Autor selbstständig auf dieselbe kam.

Vorstehende Formel reicht zur Bestimmung des durchschnittlichen Alters für alle Fälle der Praxis vollständig aus, sie ist aber, wie G. Heyer nachgewiesen hat, am richtigsten für Bestände, deren

Altersklassen im Mannbarkeitsalter oder nicht weit vor oder hinter demselben stehen.

Auch hinsichtlich der praktischen Ausführung ist diese Methode ziemlich bequem. Nehmen wir z. B. an, eine Bestandesabtheilung bestehe aus zwei, dem Alter nach verschiedenen Unterabtheilungen, die aber später einmal gemeinschaftlich abgetrieben und dann verschmolzen werden sollen, so kann natürlich, etwa einen 100jährigen Umtrieb vorausgesetzt, keine der Unterabtheilungen des verschiedenen Alters wegen, die normale Umtriebszeit erreichen. Es fragt sich daher, in welchem Jahre wird der Bestand am vortheilhaftesten abgetrieben. Diese Frage ist — vorausgesetzt, daß beide Altersklassen fähig sind, einen vollkommenen Bestand zu bilden — nur durch Bestimmung des jetzigen mittleren Massenalters lösbar.

Ist nun die eine Unterabtheilung x z. B. 90=, die andere y 70jährig, so muß schon für die Zwecke der Ertragsberechnung eine Aufnahme von x und y und zwar in diesem Falle nach den Regeln der Massenaufnahme getrennt stattfinden, die Alterbestimmung nimmt daher keine besondere Zeit in Anspruch. Angenommen, man habe hierbei die Masse von x = 500, die Masse von y = 170 Festmeter gefunden. Auch das Alter der Unterabtheilung x z. B. 90 und das von y z. B. 70 kann nach §. 57 ohne besondere Mühe ermittelt werden. Das mittlere Massenalter A wäre dann:

$$A = \frac{m + m'}{\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'}} = \frac{500 + 170}{\frac{500}{90} + \frac{170}{70}}$$

$$= \frac{670}{5{,}55 + 2{,}43} = \frac{670}{7{,}98} = 84 \text{ Jahre.}$$

Würde das Alter kurzer Hand aus dem arithmetischen Mittel zwischen 90 und 70 bestimmt, so erhielte man $\frac{90 + 70}{2} = 80$ Jahre. Es ist klar, daß die Altersdifferenz in dem Verhältniß größer werden muß, als die Bestandesmasse y gegenüber von x kleiner wird. Wären die Massen von x und y einander gleich, alsdann würde die Altersdifferenz = 0.

Sind die verschiedenen Altersklassen einer Bestandesabtheilung nicht flächenweise getrennt, sondern stehen dieselben in bunter

Mischung unter einander, so erfolgt die Altersbestimmung in ähnlicher Weise. Auch hier muß nach den Regeln eines genauen Schätzungsverfahrens die Bestandesmasse nach Altersklassen getrennt berechnet werden. Der Altersbestimmung fällt daher diese Arbeit nicht zur Last, sondern es genügt, in jeder Altersklasse einen Stamm zu fällen und das Alter an demselben durch Zählen der Jahrringe zu bestimmen. Nur lasse man sich hierbei nicht in Kleinlichkeiten ein und vergesse nie, daß Erfolg und Aufwand an Zeit und Mühe immer im richtigen Verhältniß stehen sollen.

Hätte man z. B. das mittlere Alter eines aus verschiedenen Samenjahren entstandenen Buchenbestandes zu bestimmen, so würde es bei Stärken von vielleicht 20—40^{cm} vollständig genügen, drei Altersklassen anzunehmen und in jeder Altersklasse einen oder besser mehrere Probestämme (aus denen wieder das arithmetische Mittel zu nehmen wäre) zur Altersbestimmung fällen zu lassen, was ja bei der Massenermittlung ohnehin nöthig ist. Angenommen, ein solcher Bestand enthalte auf einem Probehektar 500 Stämme und es seien hierunter:

160 Stück von 20—24 Centim., 80jährig und mit 43
220 „ „ 26—32 „ 88 „ „ „ 100
120 „ „ 34—40 „ 95 „ „ „ 80
} Festmeter Holzmasse;

so ist der Durchschnittszuwachs

der Klasse 20—24^{cm} $= \frac{43}{80} = 0{,}537$ Festmeter

„ „ 26—32 „ $= \frac{100}{88} = 1{,}136$ „

„ „ 34—40 „ $= \frac{80}{95} = 0{,}842$ „

Mithin das mittlere Alter des Bestandes:

$$A = \frac{m + m' + m''}{\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'} + \frac{m''}{a''}} = \frac{43 + 100 + 80}{0{,}537 + 1{,}136 + 0{,}842} =$$

$$= \frac{223}{2{,}515} = 88 \text{ Jahre.}$$

In der Regel wird hier aber noch eine weitere Vereinfachung des Verfahrens statthaft sein; denn nimmt man an, was hier im Allgemeinen zulässig ist, daß der etwas stärkere und höhere Stamm der Wahrscheinlichkeit nach auch der entsprechend ältere sein wird, so

kann man einfach auch mehrere Exemplare mittlerer Stärke fällen, das Alter an denselben bestimmen und aus den Ergebnissen kurzer Hand das arithmetische Mittel nehmen.

Um in diesen und allen ähnlichen Fällen das Verfahren möglichst abzukürzen, muß man auf die Ausscheidung der geringsten Anzahl Altersklassen bedacht sein. Man kann die Holzmassen aller Baumalter, welche in dem Bestande nur untergeordnet auftreten, ohne einen Fehler von praktischer Bedeutung zu begehen, denjenigen Altersklassen zuschlagen, denen sie am nächsten kommen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß bei der Altersbestimmung immer nur die prädominirende Holzmasse, nicht die den Zwischennutzungen anheim fallenden unterdrückten Stämme in Ansatz kommen dürfen. Ganz von selbst versteht es sich daher, daß, wenn in einem älteren Bestande jüngerer Unterwuchs vorhanden ist, dieser bei der Ermittlung des mittleren Alters unberücksichtigt bleiben kann. Ganz dasselbe gilt von alten eingewachsenen Oberständern, welche, namentlich wenn sie im Absterben begriffen sind, sobald wie möglich auszuhauen und der Zwischennutzungsmasse beizuschlagen sind.

C. Bestimmung des mittleren Alters aus Fläche und Alter (Flächenalter).

Schließlich wollen wir noch auf eine Methode das mittlere Bestandesalter zu bestimmen aufmerksam machen, welche uns früher unbekannt war, die aber in verschiedenen Gegenden bei Forstwirthen im Gebrauche ist. Angenommen eine Waldabtheilung bestehe aus $p = 6$ Hektaren $a = 40$jährigen, $p' = 2$ Hektaren $a' = 60$jährigen, $p'' = 10$ Hektaren $a'' = 90$jährigen Holzes u. s. w., so ist das durchschnittliche Bestandesalter:

$$A = \frac{p \cdot a + p' \cdot a' + p'' \cdot a'' + \ldots}{p + p' + p'' + \ldots} =$$

$$= \frac{6 \cdot 40 + 2 \cdot 60 + 10 \cdot 90}{6 + 2 + 10} = \frac{240 + 120 + 900}{18} =$$

$$= \frac{1260}{18} = 70 \text{ Jahre.}$$

Diese Formel würde offenbar mit der Heyer-Smalian'schen identisch sein, wenn der Durchschnittszuwachs d in den verschiedenen Altersklassen derselbe wäre, und wird mit ihr um so mehr zusammen-

fallen, je weniger diese Durchschnittszuwachse von einander abweichen. Bezeichnen nämlich m, m', m''... die Holzmassen der einzelnen Altersklassen, dann ist bei gleichem Durchschnittszuwachs d in allen Klassen offenbar

$$m = p \,.\, a \,.\, d;\ m' = p' \,.\, a' \,.\, d \text{ und } m'' = p'' \,.\, a'' \,.\, d.$$

Setzt man diese Werthe in die Heyer-Smalian'sche Formel:

$$A = \frac{m + m' + m'' + \ldots.}{\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'} + \frac{m''}{a''} + \ldots.} \text{ ein, dann geht sie über in:}$$

$$A = \frac{p \,.\, a \,.\, d + p' \,.\, a' \,.\, d + p'' \,.\, a'' \,.\, d + \ldots.}{\frac{p \,.\, a \,.\, d}{a} + \frac{p' \,.\, a' \,.\, d}{a'} + \frac{p'' \,.\, a'' \,.\, d}{a''} + \ldots.} =$$

$$= \frac{p \,.\, a + p' \,.\, a' + p'' \,.\, a'' + \ldots.}{p + p' + p'' + \ldots.},$$

welche Formel mit obiger übereinstimmt. Weichen daher die Durchschnittszuwachse in den verschiedenen Altersklassen nicht oder nur wenig von einander ab (mittlere Bestandesalter), so liefert die Formel in höchst einfacher Weise praktisch brauchbare Resultate und hat den Vorzug, daß sie jede direkte Massenermittlung überflüssig macht.

Dritter Theil.

Von der Ermittlung des Zuwachses.

Vorbemerkungen.

§. 60.

A. Begriff und Wichtigkeit des Zuwachses.

a. Begriff. Die Ermittlung des Zuwachses bezweckt die Feststellung der Holzmasse, um welche sich ein Baum oder Bestand in einem oder mehreren Jahren oder durchschnittlich jährlich durch Bildung neuer Holzringe vermehrt hat, oder künftig noch vermehren wird.

b. Wichtigkeit. Der nachhaltige Ertrag des Waldes läßt sich nämlich nicht aus der gegenwärtig zufällig vorhandenen Holzmasse desselben allein bemessen, sondern man muß auch, da bei weitem die meisten Bestände erst nach einer gewissen Reihe von Jahren zum Hiebe kommen, den in dieser Zeit noch erfolgenden Zuwachs in Aufrechnung bringen. Auch der Kapitalwerth der Waldungen läßt sich nur durch Vorausbestimmung der künftigen muthmaßlichen Erträge derselben mit einiger Zuverlässigkeit festsetzen. Die Massenfachwerker berechnen alle innerhalb einer Einrichtungszeit zu erwartenden Erträge auf die Zeit ihres Abtriebes, was offenbar nur dadurch möglich ist, daß sie dem noch nicht haubaren Bestande noch so viel Masse zusetzen, als derselbe der Wahrscheinlichkeit nach bis zu seinem gänzlichen Abtriebe noch aufzulegen verspricht. Die Anhänger des kombinirten Fachwerkes dagegen bezeichnen z. B. speziell die in der I. (oder I. + II.) Periode zum Abtrieb gelangenden Bestände und nehmen die jetzt in denselben befindliche Masse genau auf; da aber mit letzterer 20 (beziehungsweise 40) Jahre gewirthschaftet werden soll, so wird $\frac{1}{20}$ der Bestände noch 20 Jahre, ein weiteres $\frac{1}{20}$ noch 19,

ein drittes $\frac{1}{20}$ noch 18 Jahre u. s. w. zuwachsen und es ist daher auch hier zum Zweck der Etatsbestimmung nöthig, den in den nächsten 20 (beziehungsweise 40) Jahren noch weiter zu erwartenden Zuwachs in Aufrechnung zu bringen. Aehnlich verhält es sich mit den übrigen Waldertragsregelungsmethoden. Der jährliche Fällungsetat eines Wirthschaftsganzen hängt hiernach sehr wesentlich von dem künftigen Zuwachs desselben ab.

B. Verschiedene Arten des Zuwachses.

An unsern lebenden Holzpflanzen erfolgt die jährliche Massenmehrung in der Art, daß sie innerhalb der Wachsthumszeit vom Frühjahr bis August über dem vorjährigen Holzkörper eine neue dickere Holzschichte (Splint) und im Innern des Rindenkörpers eine neue sehr dünne Rindenschichte (Bast) auflegen. Die Dicke beider Schichten zusammengenommen bilden den Stärkezuwachs. Gleichzeitig dehnt sich ein Theil der Splint- und Bastschichte auffallend über die Längenaxe des Baumes aus und bildet den Längentrieb. Der am äußeren Umfange des Baumes erfolgende Stärkezuwachs bildet einen mehr oder weniger regelmäßigen nicht überall gleich breiten Ring, welcher, da er jährlich erfolgt, Jahresring genannt wird. Weder an dem Höhentriebe noch an dem Jahresringe erfolgt später eine bleibende Erweiterung oder Zusammenziehung der Dimensionen. Nur durch starken Frost können kleine Zusammenziehungen und durch hohe Temperatur kleine lokale Ausdehnungen entstehen, beide sind aber vorübergehend.

Je nach der Zuwachsrichtung, der Quantität und Qualität des Zuwachses und der wechselnden Holzpreise kann man folgende Arten von Zuwachs unterscheiden:

1. **In Bezug auf Zuwachsrichtung:** Länge- und Stärkezuwachs.

2. **In Bezug auf Quantität des Zuwachses:** Quantitäts- oder Massezuwachs. Er ist von überwiegender Bedeutung und wird aus dem Länge- und Stärkezuwachs abgeleitet. Man versteht darunter die Holzmasse, um welche sich ein Baum oder Bestand jährlich, periodisch, innerhalb einer ganzen Umtriebszeit oder durchschnittlich jährlich vermehrt. Hiernach kann man bei dem Massezuwachs wieder unterscheiden:

a) den jährlichen oder laufendjährigen Zuwachs, welchen ein Baum oder Bestand innerhalb eines beliebigen z. B. des 30ſten Jahres producirt.

b) den periodiſchen Zuwachs, welcher ſich in einem gewiſſen Lebensabſchnitte, z. B. vom 60—70ſten Jahre, an einem Baume oder Beſtande erzeugt.

c) den Geſammtalters-, totalen oder ſummariſchen Zuwachs, welcher in der Zeit der Begründung eines Baumes oder Beſtandes bis zu ſeinem gegenwärtigen Alter entſteht, und

d) den durchſchnittlichen oder gemeinjährigen Zuwachs, welcher ſich als Quotient ergibt, wenn man den Geſammtalterszuwachs durch das Alter dividirt. Hätte z. B. ein Beſtand pro Hektar bei ſeinem Abtriebe im 80ſten Jahre 600 Kubikmeter geliefert, ſo wäre der Geſammtalters-Durchſchnittszuwachs pro Hektar und Jahr $\frac{600}{80} = 7{,}5$ Kubikmeter.

e) den periodiſchen Durchſchnittszuwachs, welcher ſich durch Diviſion des periodiſchen Zuwachſes durch die Jahre der Periode ergibt. Hätte z. B. ein Hektar vom 61—70ſten Jahre, d. h. innerhalb 10 Jahre, eine Holzmaſſe von 60 Kubikmeter erzeugt, ſo wäre der durchſchnittliche periodiſche Zuwachs $\frac{60}{10} = 6$ Kubikmeter.

Dieſe verſchiedenen Arten des Maſſezuwachſes können ſich entweder nur auf die Haubarkeits- (prädominirende) Maſſe, oder nur auf die Zwiſchennutzungen, oder auf beide zuſammen beziehen. Manchmal wird die Zuwachsbeſtimmung nur über die Schaftholzmaſſe, manchmal auch über ſämmtliche Holzſortimente ausgedehnt. Ein Theil des Zuwachſes geht jedoch jährlich in den abſterbenden und oft unbenützt verweſenden Baumtheilen verloren.

3. **In Bezug auf die Qualität des Zuwachſes:** Qualitätszuwachs. Derſelbe erfolgt, wenn bei gleichbleibenden Holzpreiſen die Maſſeneinheit Zuwachs des ſtärkeren Sortiments höher bezahlt wird, als die gleiche Maſſe jüngeres, ſchwächeres Holz. Zieht man zu derſelben Zeit von dem Werthe der Maſſeneinheit eines ſtärkeren Sortiments denjenigen des ſchwächeren Sortiments ab (beide Werthe von den Fällungskoſten befreit), ſo erhält man in der Differenz den Qualitätszuwachs.

4. **In Bezug auf Preisrichtung:** Theuerungszuwachs. Dieſer erfolgt durch Veränderung der Holzpreiſe in verſchiedenen Zeiten und wird gemeſſen durch den Preis ein und deſſelben Sortiments in verſchiedenen Zeiten.

C. Gegenseitiges Verhältniß zwischen laufendjährigem und Gesammtalters-Durchschnitts-Zuwachs.

Würde der laufendjährige mit dem durchschnittlichen Zuwachs zusammenfallen, d. h. wäre der laufendjährige Zuwachs in den verschiedensten Lebensstadien immer gleich dem Durchschnittszuwachs, alsdann gehörte die Zuwachsbestimmung zu den leichtesten Aufgaben des Forstwirthes. Man hätte nur nöthig, den jährlichen Zuwachs an einem Baume oder Bestande einmal zu bestimmen und könnte denselben dann so oftmal aufrechnen, als bis zur Fällung des Baumes oder Bestandes noch Jahre vergehen.

Nun aber weicht der laufendjährige Zuwachs von dem Gesammtdurchschnittszuwachs beträchlich ab; die Abweichung ist größer bei dem Hochwald-, als bei dem Niederwaldbetriebe. Wir wissen z. B., daß bei regelmäßig oder ziemlich regelmäßig erzogenen Hochwaldbeständen die laufendjährige Massenmehrung in den ersten Jahren sehr gering ist, daß sie dann allmählig steigt, endlich ihr Maximum erreicht und von da anfänglich langsamer und dann rascher wieder abnimmt. Der Wachsthumsgang während dieser verschiedenen Lebensperioden ändert sich nach Holzart, Standort und Waldbehandlungsart. Der höchste jährliche Durchschnittszuwachs tritt dagegen immer später und zwar in der Regel erst mit der vollen Mannbarkeit ein, erhält sich von hier an noch eine längere Zeit ziemlich auf derselben Stufe und beginnt erst dann rascher zu sinken.

Der höchste jährliche Durchschnittszuwachs kann daher nicht mit dem höchsten laufendjährigen Zuwachs zusammenfallen, sondern jener muß noch wachsen, wenn dieser schon im Sinken begriffen ist, und zwar so lange, als der laufendjährige Zuwachs noch größer als der Gesammtdurchschnittszuwachs aller vorhergehenden Jahre ist. Dieser aus der Erfahrung hervorgegangene Satz läßt sich auch wie folgt beweisen:*)

*) Soviel uns bekannt wurde der nachstehende Beweis zuerst von Jäger in der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1841, S. 177, geführt. Ein weiterer Beweis, welcher mittelst höherer Analysis geführt ist, findet sich Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1870, S. 482.

Setzt man den laufendjährigen Zuwachs eines Baumes oder Bestandes im ersten Jahre = a, im zweiten = b, im dritten = c, im vierten = d und im n^{ten} Jahre = h u. s. w., so ist der Durchschnittszuwachs

im 1ten Jahre . . . . . $\frac{a}{1} = a$

„ 2ten „ . . . . . $\frac{a+b}{2} = \frac{a}{2} + \frac{b}{2}$

„ 3ten „ . . . . . $\frac{a+b+c}{3} = \frac{a}{3} + \frac{b}{3} + \frac{c}{3}$

„ 4ten „ . . . . . $\frac{a+b+c+d}{4} = \frac{a}{4} + \frac{b}{4} + \frac{c}{4} + \frac{d}{4}$ und

„ n^{ten} „ . . . $\frac{a+b+c+d+\ldots.h}{n} = \frac{a}{n} + \frac{b}{n} + \frac{c}{n} + \ldots. \frac{h}{n} = D.$

Nimmt man nun an, der laufendjährige Zuwachs wachse von Jahr zu Jahr, bis er endlich im n^{ten} Jahre sein Maximum erreicht, so ist offenbar h größer wie a, b, c, d .... und daher auch

$h > \frac{a}{n} + \frac{b}{n} + \frac{c}{n} + \ldots. \frac{h}{n}$, d. h. der laufendjährige Zuwachs h ist im n^{ten} Jahre noch größer als der Durchschnittszuwachs D. Ist nun der laufende Zuwachs i im n + 1 Jahre schon kleiner als h, so findet man den zugehörigen Durchschnittszuwachs:

$$D^1 = \frac{a+b+c+d+\ldots.h+i}{n+1}, \text{ oder}$$

$$D^1 (n+1) = a+b+c+d+\ldots\ldots h+i\ldots\ldots (1).$$

Vorhin haben wir aber den Durchschnittszuwachs D im n^{ten} Jahre gefunden

$$D = \frac{a+b+c+d+\ldots\ldots h}{n}, \text{ oder}$$

$$n \,.\, D = a+b+c+d+\ldots\ldots h.$$

Substituirt man den Werth dieser Gleichung statt a + b + c + d + ... h in Gleichung I, so ergibt sich:
$D^1 (n+1) = n \,.\, D + i$; und nun den Werth von D bestimmt:
$n \,.\, D = D^1 (n+1) - i$ oder

$$D = \frac{D^1 (n+1) - i}{n} = \frac{D^1 \,.\, n + D^1 - i}{n} = D^1 + \frac{D^1 - i}{n}.$$

Nimmt man nun an, der laufende Zuwachs i im n + 1ten Jahre sei zwar schon im Abnehmen, aber immer noch größer als der Durchschnittszuwachs D^1 im betreffenden Jahre, so ist $i > D^1$ und

das letzte Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ der Gleichung $D = D^1 + \frac{D^1 - i}{n}$ wird (da n stets positiv sein muß) negativ, d. h. es ist:

$$D = D^1 - \left(\frac{i - D^1}{n}\right) \text{ oder } D^1 = D + \frac{i - D^1}{n}.$$

Der Durchschnittszuwachs D^1 im $n + 1^{ten}$ Jahre ist also dann noch größer als der Durchschnittszuwachs D im n^{ten} Jahre, denn es muß zu letzterem noch $\frac{i - D^1}{n}$ hinzuaddirt werden, bis er ersterem gleich kommt. Der Durchschnittszuwachs ist daher noch im Wachsen begriffen.

Sinkt jedoch der laufendjährige Zuwachs i schon so stark, daß er dem zugehörigen Durchschnittszuwachs gleich kommt, d. h. ist $i = D^1$, so geht das Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ obiger Gleichung über in $\frac{D^1 - D^1}{n} = \frac{0}{n} = 0$, d. h. alsdann ist $D^1 = D$ und es ist der Durchschnittszuwachs weder im Steigen noch im Fallen begriffen, er bleibt sich daher gleich.

Sinkt endlich der laufendjährige Zuwachs i im $n + 1^{ten}$ Jahre noch unter den zugehörigen Durchschnittszuwachs D^1 herab, d. h. wird $i < D^1$, so ist das Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ wirklich positiv, und es besteht die Gleichung

$$D = D^1 + \frac{D^1 - i}{n};$$

d. h. der Durchschnittszuwachs D im n^{ten} Jahre ist schon größer als derjenige im $n + 1^{ten}$ Jahre; er nimmt mit andern Worten von dem Augenblicke an ab, als der laufende Zuwachs unter den Durchschnittszuwachs herabsinkt.

Da nun ein Bestand in derjenigen Zeit die größte Holzmasse producirt, in welcher derselbe den größten Durchschnittszuwachs besitzt, letzterer aber so lange steigt, als der laufendjährige Zuwachs noch größer ist, und in dem Augenblicke kleiner wird, als der laufende Zuwachs unter ihn herabsinkt, so folgt hieraus, daß der Durchschnittszuwachs am größten ist, wenn er mit

dem laufendjährigen zusammenfällt. Der auf die größte Holzmasse spekulirende Forstwirth muß daher nach diesem Zeitraum die Umtriebszeiten festsetzen.

D. Von dem bei Zuwachsermittlungen möglichen Genauigkeitsgrade.

Die genaue Ermittlung des künftigen Zuwachses gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Forsttaxation, und trotz allem aufgebotenen mathematischen Scharfsinn ist es bis jetzt noch nicht gelungen, denselben unter allen Verhältnissen vollständig richtig voraus zu bestimmen. Das Resultat wird auch immer nur ein annähernd richtiges, bei gehöriger Sorgfalt aber ein für alle Fälle forstlicher Praxis genügendes sein können, weil wir es, wie schon Cotta sagte, bei der Ausmittlung des Zuwachses nur mit einer bloßen Kraftäußerung der vegetabilischen Natur zu thun haben, welche sich nicht immer dem menschlichen Willen und den auf bestimmte Voraussetzungen gegründeten Formeln unterordnet.

Viel leichter ist die Ermittlung der bereits vorhandenen Holzmasse eines Bestandes. Hier hat sich nämlich die Produktionskraft schon in der gegenwärtigen Holzmasse deutlich ausgesprochen, wir haben es nur mit vorhandenen, anschaulichen Formen zu thun, welche sich bequem unter einen arithmetischen Ausdruck bringen lassen. Der künftige Zuwachs soll aber erst entstehen, unsere Vorstellungen von den künftigen Baumdimensionen und Baumformen werden sich daher nur dann als richtig erweisen, wenn sich die vegetabilischen Kräfte künftig auch so äußern, daß gerade die uns vor Augen schwebende Form entsteht. Wie verschieden sind aber die Einflüsse, welche auf das künftige Wachsthum eines Baumes oder Bestandes bald störend bald fördernd einwirken können! Abnorme Witterungsverhältnisse, Veränderung der Bodenzustände (durch Streuentzug, das Vordringen der Wurzeln in eine bessere oder schlechte Erdschichte), das Klima (etwa durch Entwässerungen oder Bloßstellung des Bestandes), das Versetzen des Bestandes in eine freiere Stellung, außerordentliche Naturereignisse, Insektenschaden u. s. w. wirken oft so mächtig auf den Zuwachsgang ein, daß man sich nicht wundern darf, wenn selbst die sorgfältigsten Zuwachsberechnungen mit der Wirklichkeit nie ganz übereinstimmen.

Erster Abschnitt.

Von der Zuwachsermittlung an einzelnen Bäumen.

I. Von der Ermittlung des Höhen-, Stärke- und Flächenzuwachses.

1. Von der Ermittlung des Höhenzuwachses.

§. 61.

Wie schon §. 54 bemerkt wurde, lassen sich die jährlichen Längetriebe nur bei einigen Nadelhölzern und selbst bei diesen nur bis zu einem gewissen Alter hin deutlich unterscheiden. So lange daher diese Grenze nicht überschritten wird, lassen sich die jährlichen Längetriebe oder der durchschnittliche Längenzuwachs einer Anzahl Triebe zusammengenommen, ganz genau selbst an stehenden Bäumen messen. Will man z. B. an einer stehenden 30—40jährigen Kiefer untersuchen, um wie viel sie sich in den letzten 10 Jahren verlängert hat, so bestimmt man mit dem Baumhöhenmesser zunächst die ganze Länge des Baumes z. B. 15^m, mißt hierauf die Länge von der Erde bis zum Grunde des Jahrestriebes vor 10 Jahren z. B. 10^m, so beträgt der zehnjährige Längenzuwachs $15^m - 10^m = 5^m$ und es kommt durchschnittlich auf 1 Jahr $\frac{5}{10} = 0{,}5^m$.

Bei älteren Nadelhölzern und bei allen Laubhölzern läßt sich der Längenwuchs in den verschiedenen Lebensstadien nur bei liegenden Stämmen dadurch genau finden, daß man den Baum durch Querschnitte in eine Anzahl Theile zerlegt, die Jahresringe der einzelnen Querscheiben zählt, und die Längen bis zu den betreffenden Durchschnittspunkten vom Gipfel aus mißt. Bekanntlich entwickelt jeder Baum jährlich einen Stärke- und Längetrieb, und besteht daher gewissermaßen aus einer Anzahl in einander geschobener Hohlkegel. Der älteste und innerste Kegel besitzt die

Höhe des einjährigen Pflänzchens, der jüngste und äußerste Hohlkegel dagegen die ganze Länge des Baumes u. s. w. Will man daher z. B. den letzten 10jährigen Längewuchs einer Buche bestimmen, so braucht man dieselbe nur an der Stelle zu durchschneiden, bis zu welcher man glaubt, daß vor 10 Jahren der Gipfel des Baumes gestiegen sei und hier die Jahresringe zu zählen. Findet man so alsbald 10 Jahrringe, so ist dieses ein Beweis, daß der Baum innerhalb 10 Jahren um das Stück von der Abschnittfläche bis zum äußersten Gipfel zugewachsen ist, welches man dann nur zu messen braucht. Hätte man jedoch an dem Querschnitt nur acht Jahresringe gezählt, so fehlen noch 2 Längenzuwachse und man muß durch weitere etwas tiefer zu legende Schnitte die richtige Stelle aufsuchen und das Stück zwischen dem ersten und richtigen Schnitte noch hinzuaddiren. Das umgekehrte Verfahren müßte man einhalten, wenn man bei dem ersten Schnitt statt 10 Jahrringe z. B. 12 gefunden hätte.

Handelt es sich nicht allein um das Längenwachsthum der letzten Jahre, sondern will man etwa den Wachsthumsgang eines Baumes durch alle Lebensstadien hin erforschen, so muß man denselben durch Querschnitte in eine Anzahl 1—2 m lange Sektionen zerlegen, die Länge vom Stockabschnitt bis zu den einzelnen Querschnitten messen und an jedem der letzteren die Jahresringe zählen. Bringt man nun die an jedem Querschnitt gefundene Jahresringzahl von derjenigen am Stockabschnitt dicht über der Erde in Abzug, so ergibt die Differenz die Anzahl Jahre, die der Baum bis zur Höhe der betreffenden Querfläche gebraucht hat.

Angenommen, ein Baum habe über dem Boden 80 Jahresringe, bei 6 m über demselben noch 62 Jahresringe gezeigt, so ist derselbe in den ersten 80—62 = 18 Jahren 6 m lang geworden.

Es ist klar, daß diese Ermittlungen um so genauer werden müssen, je kürzer man die Sektionen macht; 1 oder 2 m lange Sektionen dürften aber selbst für die genauesten Untersuchungen schon genügen. Die Zwischenglieder lassen sich dann leicht durch ein einfaches Interpolationsverfahren oder durch graphische Darstellung finden.

Man braucht im letzteren Falle nämlich nur die in den einzelnen Schnittflächen gefundenen Alter nach einem gewissen Verhältniß auf eine horizontale Abscissenlinie aufzutragen, senkrecht in den so erhaltenen Punkten Ordinaten von der Länge der gefundenen Höhen

zu errichten und die Endpunkte dieser Ordinaten durch einen entsprechend gekrümmten Linienzug aus freier Hand zu verbinden, so ergeben sich hierdurch auch die Höhen der zwischen liegenden Alter auf einfache und hinlänglich genaue Weise.

Die Längentriebe der Holzarten sind bekanntlich in den verschiedenen Lebensaltern und Wachsthumsjahren sehr verschieden. In der ersten Jugend sind sie am kleinsten, schon von etwa 10 Jahren an (bei Kiefer und Lärche wohl noch früher) bis zum 30. oder 40. Jahre sind sie wohl am größten, im mittleren Alter nehmen sie wieder langsam ab, bis sie am alten und sehr alten Baume endlich auf ein Minimum herabsinken. Auf die Entwicklung des Längetriebes wirken namentlich Standort und Waldschluß. Auf gutem Boden und in günstiger Lage werden die Bäume viel höher, während auf mageren Bodenarten und in rauhen Lagen die Längentriebe stets kürzer bleiben. Wiederum wird der Längentrieb in gut geschlossenen Beständen befördert, in freiem Stande, unter sonst gleichen Verhältnissen, zurückgehalten. Während in sehr trockenen Jahren der Massenzuwachs meist wesentlich geschmälert wird, kann sich der Längetrieb trotzdem in normaler Länge entwickeln. Robert Hartig erklärt dieses aus der Thatsache*), „daß der Längetrieb vorzugsweise ein Produkt des Vorjahrs und bereits Ende Mai im Ganzen beendigt ist, während der Massenzuwachs vorzugsweise von den Wachsthumsfaktoren desselben Jahres abhängt, und erst Ende August oder im September zum Abschluß kommt." Jedenfalls bedürfen die Längenwachsthumsverhältnisse unserer Waldbäume noch einer eingehenderen Untersuchung.

2. Von der Ermittlung des Stärkezuwachses.

§. 62.

Der ein- oder mehrjährige Stärkezuwachs eines Baumes läßt sich nach den deutlich von einander unterscheidbaren Jahresringen beurtheilen und mittelst eines einfachen Maßstabes auch genau messen. Nur bei wenigen Holzarten, manchen Weichhölzern, der Birke und zuweilen der Buche, lassen sich die Jahrringe weniger gut und oft erst nach sorgfältiger Glättung der Schnittflächen, oder der bereits Seite 325 namhaft gemachten künstlichen Hilfsmittel, unterscheiden. Da bei der Messung des laufenden und periodischen Stärkezuwachses schon kleine Dimensionen von großem Einfluß sind, so muß das Maßstäbchen, welches an der einen Kante am besten

*) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 5. Band S. 93.

zugeschärft wird, in Millimeter getheilt sein, so daß man selbst noch Theile von Millimetern nach dem Augenmaße ablesen kann.

Für die meisten forstlichen Verrichtungen und insbesondere für taxatorische Zwecke kann der bei den meisten Holzarten sehr geringe Rindenzuwachs außer Rechnung bleiben. Um daher zu sehen, um wie viel sich der Durchmesser eines Baumes etwa in den letzten 10 Jahren vermehrt hat, greift man mit dem Maßstäbchen, welches nicht länger als 0,20 m zu sein braucht, die Breite der letzten 10 Jahrringe ab und nimmt den erhaltenen Betrag doppelt.

In der Regel werden die Jahrringe nicht an allen Stellen des Baumumfanges ganz dieselbe Breite zeigen, und man ist daher genöthigt, letztere an verschiedenen Stellen abzugreifen, die Ergebnisse zu addiren und aus der Summe das arithmetische Mittel zu nehmen. Angenommen, man habe die einfache Breite der letzten 10 Jahrringe an einer Stelle 5,3, an einer andern 5,6 und an einer dritten 5,9 mm gefunden, so wäre die wirkliche Breite $\frac{5{,}3 + 5{,}6 + 5{,}9}{3}$ $= \frac{16{,}8}{3} = 5{,}6$ mm, daher die Durchmesser-Zunahme der letzten 10 Jahre $5{,}6 \times 2 = 11{,}2$ mm.

Ganz auf dieselbe Weise läßt sich der Stärkezuwachs für jede beliebige andere Lebensperiode ermitteln.

Für ganz genaue wissenschaftliche Untersuchungen kann man auch einen sogenannten Scheerenmaßstab mit Spitzen verwenden, welcher, mit einem Nonius versehen, ein Ablesen bis auf 1/20 Millimeter gestattet. Viele Mechaniker haben derartige Maßstäbe, welche auch zum genauen Abgreifen von Linien dienen, vorräthig.

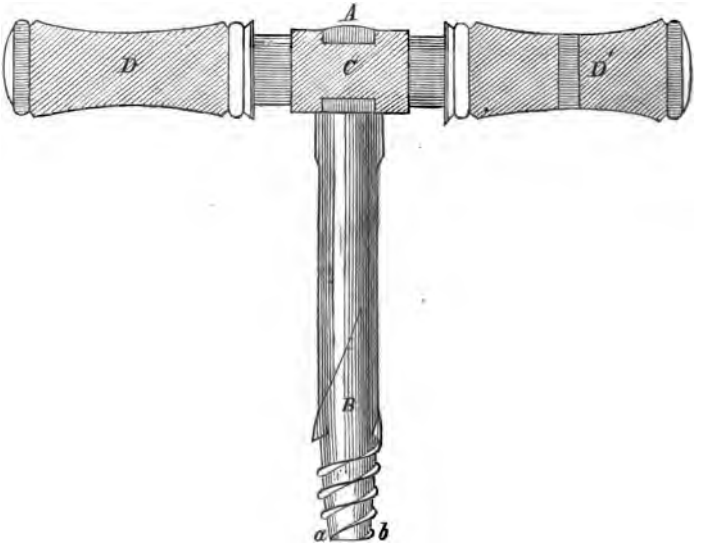
Um das Fällen der Stämme bei Beurtheilung des Stärkezuwachses der letzten n Jahre zu umgehen, hat man auch vorgeschlagen, die Bäume etwa in Brusthöhe entsprechend tief einzukerben. Dieses Verfahren führt jedoch nur dann zum Ziel, wenn die Kerben mit einem scharfen Meißel recht gut geglättet werden, so daß bei der Zählung der Jahrringe kein Fehler unterlaufen kann.

Dieses Einkerben oder Ausmeißeln der Bäume, wie es früher hin und wider an stehenden Bäumen vorgekommen sein mag, kann durch Anwendung des in seiner Handhabung sehr einfachen, wenn auch gerade nicht billigen Zuwachsbohrers von Preßler (1 Stück = 3 Thlr.) ersetzt werden. Die ausführliche Beschreibung

und Gebrauchsanweisung dieses Instrumentes wolle im Tharander forstlichen Jahrbuche Band 17, Seite 156, nachgelesen werden. Hier mag es genügen, auf das Vorhandensein des Werkzeugs hinzuweisen und dessen Einrichtung nnd Gebrauch in groben Zügen zu zeigen.

Das Instrument, Figur 59, besteht aus einer Handhabe DD' von Eisen und aus einem Hohlbohrer AB von Stahl. Die Handhabe bildet einen etwa 0,12 m langen, außen etwa 0,015 m und innen 0,012 m dicken eisernen Hohlcylinder, welcher an beiden Enden mit einem Schraubengewinde versehen ist, um den Hohlcylinder mittelst zweier Messingkapseln D und D' schließen zu können. Der Hohlcylinder ist in zwei ungleich lange Kammern getheilt; die längere Kammer D dient zur Aufnahme des Hohlbohrers AB während des Transports, die kürzere D enthält etwas Fett, um den Bohrer vor oder nach dem Gebrauche einschmieren zu können.

Fig. 59.



Der Bohrer AB selbst wird während des Gebrauchs in den Hohlcylinder C, wie solches aus der Figur ersichtlich ist, eingesteckt, er hat am unteren Theil ein scharfes Gewinde, ist ca. 0,10 m lang, kegelförmig durchbohrt, so daß man, da die untere Oeffnung bei ab 6 mm beträgt, Holzcylinder von 6 mm Durchmesser und etwa 6—7 cm

Länge auf leichte und bequeme Weise aus dem Stamme herausbohren kann.

Zu dem Bohrer gehört noch eine 0,11 m lange Lancette oder Nadel, welche ebenfalls beim Transport in dem Hohlcylinder C Platz findet. In diese plattgedrückte Nadel sind auf der einen Seite flache Zähne eingefeilt, die andere Seite dagegen ist in Millimeter getheilt. Die Nadel hat zweierlei Bestimmungen. Ist nämlich der Bohrer in den Stamm eingebohrt, so schiebt man die Nadel zwischen den cylindrischen Bohrspan und den Bohrer so ein, daß die gezahnte Seite an den Span zu liegen kommt und diesen festdrückt; wird nun der Bohrer rückwärts gedreht, so reißt der Bohrspan von dem Holzkörper ab und kann so leicht aus dem Bohrer herausgezogen werden. Sodann dient die in Millimeter getheilte Seite der Nadel zur genauen Messung der Jahrringe an dem Bohrspan, wozu jedoch auch eine dem Instrumente beigegebene aufgeschnittene und ebenfalls eingetheilte cylindrische Blechhülse dienen kann. Ist das ausgebohrte Holzcylinderchen nicht glatt, so daß das Abzählen der Jahrringe Schwierigkeiten bereitet, so kann leicht mit einem scharfen Messer nachgeholfen werden. Unter Umständen greift man noch zur Loupe oder zu den bereits angeführten Chemikalien.

Kunze sagt hierüber S. 236 seiner Holzmeßkunst folgendes:

„Bei einigen Laubhölzern muß man aber außerdem noch zu chemischen oder physikalischen Hilfsmitteln seine Zuflucht nehmen und den geglätteten Span entweder mit Eisenchlorid, welches die Gerbsäure grünlich färbt, oder mit durch Anilin roth gefärbtem Weingeist bestreichen. Durch das erstere Reagens werden die Jahrringe deßhalb deutlicher hervortreten, weil die Gerbsäure im Frühjahrs- und Herbstholze ungleich vertheilt ist; durch das zweite, weil das wasserreichere Frühjahrsholz den Weingeist stärker aufsaugt, sich also intensiver roth färbt, als das Herbstholz. Aeußersten Falls müßte man noch von dem gefärbten Holze papierdünne Schnitte nehmen und diese gegen das Licht halten.

Was jedoch die Messung des Stärkezuwachses an stehenden Bäumen in Brusthöhe anlangt, so müssen wir ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß man aus der Breite der Jahrringe in Brusthöhe noch keineswegs auf die Breite derselben in den mittleren und oberen Stammtheilen schließen kann. Es hängt dieses ganz von den Bestandes-Verhältnissen, und namentlich vom Schlusse ab, in welchem der Baum in der letzten Zeit erwachsen ist. Bei im Schlusse stehenden Bäumen nehmen die Jahrringbreiten des Schaftes

nach dem Gipfel hin zu, bei im freien Stande erwachsenen Stämmen findet das umgekehrte Verhältniß statt, bei ihnen sind die Jahrringe in Brusthöhe breiter. Bei Bäumen, welche weder im guten Schluß noch im freien Stande erwachsen sind, bleiben die Jahrringe in den verschiedenen Stammtheilen konstanter. Es beruht auf dieser Wahrnehmung der ungleiche Vollholzigkeitsgrad der unter verschiedenen Verhältnissen erwachsenen Stämme.

Theodor Hartig berichtet z. B. in seinen vergleichenden Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche von im Schlusse erzogenen Bäumen, in welchen die durchschnittliche Jahrringsbreite etwas über der Mitte des Schaftes nahe das doppelte der Jahrringbreite in Brusthöhe betrug. Aehnliches hat er an im freien Stande erwachsenen Stämmen beobachtet, in welchen die Ringbreiten in und über der Mitte des Schaftes unter Umständen sogar weniger als die Hälfte der Brusthöhenbreite betragen soll. An diese Erfahrungen knüpft er die weitere Bemerkung, daß, wenn die Zuwachsberechnung ein gutes Resultat liefern soll, man die betreffenden Stämme jedenfalls fällen und in Sektionen zerlegen müsse, um auf diese Weise den Zuwachs jeder Sektion zu erforschen, eine Bemerkung, der wir, in so weit es sich um wissenschaftliche Untersuchungen handelt, vollständig beipflichten.

Auch R. Hartig, welcher sich mit dem Gegenstande viel beschäftigte, gelangte in neuerer Zeit zu ähnlichen Resultaten*). Er fand (Dankelmann 5. Band S. 94): „daß mehr oder weniger frei erwachsene Bäume mit voller Krone und freier Lichtwirkung auf dieselbe einen von oben nach unten zunehmenden Zuwachs (Flächen- oder Massenzuwachs), Bäume mit schwacher Krone und behinderter Lichtwirkung auf dieselbe einen nach oben zunehmenden Zuwachs am nackten Schafte besitzen. Zwischen beiden Extremen gibt es selbstredend eine Mittelstufe, auf welcher der Zuwachs sich im Wesentlichen, abgesehen vom Stammende und der Krone, am Schafte gleich bleibt“ .... „Solche Bäume, welche verhältnißmäßig früh sich licht zu stellen pflegen, wie Kiefer, Lärche, Eiche und Eller zeigten im höheren Alter in der Regel die erstere Wuchsform, d. h. nach unten zunehmenden Zuwachs.“

Man vergl. in dieser Beziehung auch Nördlinger, der Holzring, S. 14—25.

3. Von der Berechnung des Flächenzuwachses.

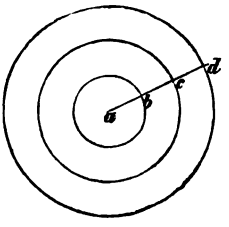
§. 63.

Aus der Breite der Jahrringe kann man allein noch keine sicheren Schlüsse auf die Größe des Flächenzuwachses eines oder mehrerer Jahre machen, sondern es kommt hiebei besonders auf

*) Vergl. Dankelmann's Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen Band I. S. 471—476, desgl. Bd. III. S. 66—106, Bd. IV. S. 240—254; Bot. Zeitung von 1870, Nr. 32 und 33.

den Durchmesser (Umfang) des betreffenden Baumtheiles an, an welchem man die Jahrringe gemessen hat. Denn bekanntlich ist der innere Ring eines Kreises immer kleiner als der außen anschließende gleich breite Kreisring. Ist nämlich, Figur 60, bc = cd, dann hat der zwischen bc liegende Kreisring einen kleineren Flächeninhalt als der zwischen cd liegende.

Fig. 60.



Ist z. B. ab = 0,1^{m}; ac = 0,2^{m} und ad = 0,3^{m}, dann ist

die mit dem Radius ab beschriebene Kreisfläche = 0,031
" " " " ac " " = 0,126 } □^{m};
" " " " ad " " = 0,283

es ist daher

der zwischen cd liegende Kreisring = 0,283 − 0,126 = 0,157
" " bc " " = 0,126 − 0,031 = 0,095 } □^{m},

mithin der Außenring um 0,157 − 0,095 = 0,062 □^{m} größer.

Es können daher n Außenringe schon schmäler als n Innenringe sein, und dennoch kann in den letzten n Jahren ein größerer Flächenzuwachs als in den n vorletzten Jahren erfolgt sein.

Soll nun der Flächenzuwachs der letzten n Jahre an irgend einer Stelle des Baumes berechnet werden, so muß man den gegenwärtigen Durchmesser D des Baumes nach §. 62 so genau wie möglich ohne Rinde messen, ganz in derselben Weise auch den Durchmesser d vor n Jahren, durch Abzug der doppelten Jahrringbreiten der n letzten Jahre, bestimmen. Die gegenwärtige Querfläche des Baumes (ohne Rinde) ist dann $= \frac{\pi D^2}{4}$, ebenso die Querfläche des Baumes (ohne Rinde) vor n Jahren $= \frac{\pi d^2}{4}$. Der njährige Flächenzuwachs f ergibt sich dann durch Subtraktion dieser beiden Querflächen, d. h.

es ist $f = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = 0{,}7854\,(D + d)\,(D - d)$.

Beispiel: Der rindenlose Durchmesser eines Baumes sei gegenwärtig D = 0,40 ^{m}, derjenige vor 10 Jahren 0,35 ^{m}, so ist der Flächenzuwachs der letzten 10 Jahre:

$$f = 0{,}7854\ (0{,}40 + 0{,}35)\ (0{,}40 - 0{,}35) = 0{,}7854 \times 0{,}75 \times 0{,}05$$
$$= 0{,}0294\ \square^{m}.$$

Bei wirklichen umfangsreichen Zuwachsberechnungen wird man sich natürlich die vorstehenden Rechnungen ersparen, sich vielmehr in den Besitz detaillirter Kreisflächentabellen setzen, in welchen die Flächeninhalte mindestens für Durchmesser bis auf Millimeter (noch besser bis auf $0{,}5^{mm}$) berechnet sind. (Siehe Anhang des Buches.) Im Besitze solcher Tafeln reducirt sich dann die Berechnung des Flächenzuwachses auf einen Abzug der in den Tafeln enthaltenen Kreisfläche vor n Jahren von der gegenwärtigen.

Sollte man ausnahmsweise Flächenzuwachsberechnungen an sehr unregelmäßigen Baumquerflächen vorzunehmen haben, deren Durchmesser D und d nicht mit hinreichender Genauigkeit nach §. 62 bestimmt werden können, eben weil ihre Flächen von der Kreisform allzuviel abweichen, so dürfen sie natürlich auch nicht als Kreise betrachtet und berechnet werden. In einem solchen Falle berechnet man die zu untersuchenden Querflächen der Bäume, wie sie jetzt sind und vor n Jahren waren, als wie mit beliebig gekrümmten Linien begrenzte Flächen, nach der Methode der Aequidistanten d. h. gleich weit abstehenden Ordinaten, welche man sich über die Stammscheibe zieht*). Steht ein Polarplanimeter zur Verfügung, so können aber auch die nothwendigen Flächeninhaltsbestimmungen mit diesem Instrumente vorgenommen werden.

II. Von der Ermittlung des laufenden und periodischen Massezuwachses.

1. Ermittlung des Massezuwachses liegender Bäume nach dem Sektionsverfahren.

§. 64.

Handelt es sich darum, etwa zu wissenschaftlichen Zwecken den ein- oder mehrjährigen Massezuwachs eines Baumes möglichst genau zu bestimmen, so ist dies nur durch Zerlegung desselben in Sektionen und Berechnung des Zuwachses an jeder Sektion mög-

*) Man vergl. in dieser Beziehung des Verfassers Lehrbuch der niederen Geodäsie, II. Aufl. Wien 1871, S. 218.

lich. Für gewöhnliche wirthschaftliche Zwecke scheint uns jedoch das Sektionsverfahren zu umständlich und zeitraubend zu sein. Trotzdem wurde es seither hin und wieder auch zur Bestimmung des künftigen Zuwachses solcher Bäume (oder Bestände) empfohlen und angewendet, welche der Haubarkeit schon näher stehen, d. h. in höchstens 10 bis 20 Jahren zum Abtriebe gelangen. Im letzteren Falle läßt es sich noch eher rechtfertigen, ist jedoch nach unserer Ansicht, namentlich wenn es sich um Zuwachsbestimmungen für den Zweck der Festsetzung des künftigen Fällungsetats handelt, meist entbehrlich und in der Praxis wegen seiner Umständlichkeit nur schwer durchführbar.

Um aus dem Zuwachs der letzten denjenigen der nächsten n Jahre abzuleiten, lassen sich nach dem Sektionsverfahren drei Wege einschlagen. Man kann nämlich entweder den in den letzten n Jahren erfolgten Masse- oder Stärkezuwachs als Maßstab für den künftigen Zuwachs benutzen, oder aus beiden ein kombinirtes Verfahren ableiten. Hiernach unterscheiden wir:

A. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Massezuwachses der letzten Jahre.

Das Verfahren besteht darin, daß man, um aus der gegenwärtigen Masse eines Baumes die Masse desselben in den nächsten 10 oder allgemein n Jahren abzuleiten, den Zuwachs der n (10) letzt verflossenen Jahre berechnet und diesen dem gegenwärtigen Inhalte des Baumes zuaddirt. Wäre z. B. der gegenwärtige Inhalt des Baumes 1,24 Festmeter und derselbe sei in den letzten n (10) Jahren 0,28 Festmeter zugewachsen, so nimmt man an, daß derselbe nach n (10) Jahren 1,24 + 0,28 = 1,52 Festmeter enthalte.

Es wird dabei wie folgt verfahren: Je nach dem beabsichtigten Genauigkeitsgrad zerlegt man den Stamm in lauter 1 m bis 3 m lange Sektionen und berechnet auf bekannte Weise den gegenwärtigen Inhalt m jeder Sektion. Hierauf ermittelt man nach §. 62 die doppelte mittlere Breite der letzten n (10) Jahresringe jeder Sektion und zieht sie von den zugehörigen gegenwärtigen Durchmessern ab, so erhält man die Sektionsdurchmesser vor n Jahren und aus diesen und der Länge der Sektionen den jedenfalls kleineren Inhalt

vor n Jahren. Ist z. B. der gegenwärtige Inhalt einer Sektion = m, derjenige vor n Jahren = m′ und der njährige Zuwachs Z, so ist: $Z = m - m'$.

Angenommen, Fig. 61 bezeichne den vertikalen Durchschnitt einer solchen Sektion, die Länge derselben sei h, ihr gegenwärtiger mittlerer Durchmesser AB = D, derjenige vor n oder 10 Jahren CD = d, so ist der Inhalt der Sektion EFGH als paraboloischer Kegel aus der mittleren Querfläche berechnet: $m = \frac{\pi \cdot AB^2}{4} \cdot h = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot h =$

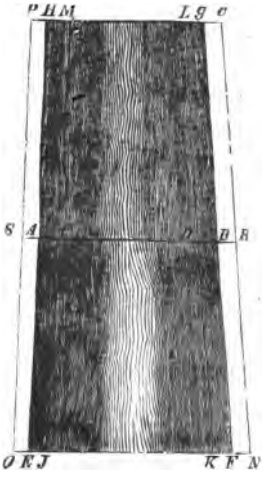
$= 0{,}7854 \cdot D^2 \cdot h$. Ebenso ist der Inhalt IKLM vor 10 Jahren $= m' = \frac{\pi \cdot CD^2}{4} \cdot h$

$= 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot h$. Mithin der Zuwachs Z in den letzten n (10) Jahren:

$Z = 0{,}7854 \cdot D^2 \cdot h - 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot h =$

$= 0{,}7854 \cdot h\,(D^2 - d^2) = 0{,}7854 \cdot h\,(D + d)\,(D - d)$.

Fig. 61.



Beispiel: Der gegenwärtige mittlere Durchmesser D einer 3 m langen Sektion sei 0,40 m, die mittlere doppelte Breite der 10 letzten Jahresringe, nämlich AC + BD = 0,05 m, so ist der Durchmesser d vor 10 Jahren = 0,40 — 0,05 = 0,35 m, folglich der 10jährige Sektionszuwachs:

$$Z = 0{,}7854\,(D + d)\,(D - d) \cdot h =$$

$$0{,}7854\,(0{,}40 + 0{,}35)\,(0{,}40 - 0{,}35) \cdot 3 = 0{,}7854 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}05 \cdot 3 =$$

$$0{,}0294 \cdot 3 = 0{,}0883 \text{ Festmeter.}$$

Wird in dieser Weise der Zuwachs aller Sektionen berechnet, so erhält man in der Summe des Zuwachses aller Sektionen den n oder 10jährigen Zuwachs des Schaftes, und durch Division des letzteren durch n oder 10, den durchschnittlich jährlichen Periodenzuwachs.

Will man den njährigen Massenzuwachs eines Baumschaftes vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel berechnen, so muß der Schaft nach §. 61 erst an derjenigen Stelle entgipfelt werden, wo der Gipfel vor n Jahren lag. Dieses Gipfelstück besteht dann natürlich aus lauter Zuwachs der letzten n Jahre und kann nach

der Formel des paraboliſchen Kegels aus deſſen Grundfläche g und Länge l, ſomit nach $\frac{g \cdot l}{2}$, kubirt werden. Zerlegt man dann den entgipfelten Stamm in lauter gleich lange Sektionen und ermittelt den njährigen Flächenzuwachs nach §. 63 in der Mitte jeder Sektion, ſo ergibt ſich der njährige Maſſenzuwachs des gipfelloſen Schaftes noch einfacher aus der Summe des njährigen Flächenzuwachſes aller Sektionen multiplicirt mit der Sektionslänge. Wird dieſe Größe ſchließlich noch um den Inhalt des Gipfels vermehrt, ſo erhält man den njährigen Massezuwachs des ganzen Schaftes (incl. Gipfel).

Selbſtverſtändlich wird man ſich auch hier bei Ermittlung des Flächenzuwachſes der §. 63 erwähnten detailirten, bis auf mindeſtens Millimeter berechneten Kreisflächentabellen mit größtem Vortheile bedienen und ſich damit die Arbeit weſentlich abkürzen.

In gleicher Weiſe wird, wenn es nothwendig erſcheint, der Zuwachs des ſtärkeren Aſtholzes ermittelt; derjenige des Stock- und ſchwächeren Reisholzes läßt ſich jedoch, ſelbſt wenn der höchſte Grad von Genauigkeit gefordert würde, nach Proportionalzahlen aufrechnen.

Theodor Hartig beſtimmt den Zuwachs des ſchwächeren Reisholzes zweckmäßig dadurch, daß er die Jahrringe auf der unteren Abhiebsfläche des Reisholzes zählt, auf dieſe Art das durchſchnittliche Alter deſſelben beſtimmt und mit dieſem in die geſammte Reisholzmaſſe dividirt, wodurch ſich die durchſchnittliche jährliche Produktion an Reisholz ergibt. Dieſe wird dann 10 oder nmal aufgerechnet.

Will man den nach vorſtehendem Verfahren berechneten Massezuwachs zur Ermittlung des künftigen Zuwachſes eines Baumes verwenden, ſo macht man dabei die Vorausſetzung, daß derſelbe in den nächſten n Jahren den gleichen Zuwachs anlegen werde, wie in den verfloſſenen n Jahren. Man erlaubt ſich mit andern Worten die nach §. 60. C. nicht richtige Unterſtellung, der laufendjährige Zuwachs bleibe in den verſchiedenen Lebensaltern des Baumes derſelbe, während er doch in geſchloſſenen Beſtänden etwa ſo lange wächſt, bis das Längewachsthum ſeinen Kulminationspunkt erreicht hat und erſt von da an wieder zu ſinken beginnt.

Rechnet man daher den Massezuwachs der letzten n Jahre bei der Zuwachsbeſtimmung der künftigen n Jahre voll auf, ſo be-

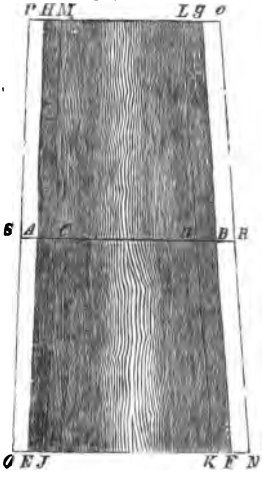
geht man meist einen Fehler. Man findet nämlich für jene Bäume (oder Bestände), welche den oben bezeichneten Kulminationspunkt noch nicht erreicht haben, ein etwas zu kleines, für jene aber, welche ihn überschritten haben, ein etwas zu großes Resultat.

Dieser Mißstand ist denjenigen, welche nach dieser Methode den künftigen Zuwachs ermitteln wollen, auch nicht entgangen. Sie haben daher weiter bestimmt, je nach dem Alter und Standorte des Baumes, nach der ab- oder zunehmenden Breite der Jahresringe und andern Anhaltspunkten, an den gefundenen Zuwachsbeträgen entsprechende Erhöhungen oder Abzüge vorzunehmen. Durch solche Bestimmungen lassen sich zwar die Resultate im Allgemeinen etwas verbessern, eine solidere wissenschaftliche Basis erhält die Methode jedoch auch hierdurch nicht, so daß sich der Gebrauch eines so umständlichen und doch nie ganz richtigen Verfahrens für die gewöhnlichen Zwecke der Waldertragsregelung in vielen Fällen nicht wohl lohnen dürfte.

B. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Stärkezuwachses der letzten Jahre.

Dieses Verfahren weicht von dem vorigen darin ab, daß man nicht wie dort den innern Zuwachsring der letzten n Jahre berechnet und dessen Inhalt als den künftigen njährigen Zuwachs betrachtet, sondern, daß man die doppelte Stärke der n letzten Jahrringe, nämlich AC + BD, Fig. 62, nach Außen d. h. zu einer Hälfte nach AS, zur andern Hälfte nach BR sich angesetzt denkt, hierauf die ideale Sektion NOPQ mit dem mittleren Durchmesser RS = D_1 und dann die gegenwärtige Sektion EFGH mit dem mittleren Durchmesser AB = D berechnet. Zieht man schließlich den Inhalt der letzteren von demjenigen der ersteren ab, so ergibt sich ebenfalls der Zuwachs Z für die letzten n Jahre. Es ist nämlich wie vorhin:

Fig. 62.



$$Z = \frac{\pi \cdot RS^2}{4} \cdot h - \frac{\pi \cdot AB^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot h}{4} (RS^2 - AB^2) =$$

$$= \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D^2) \cdot h = 0{,}7854\ (D_1 + D)\ (D_1 - D)\ h.$$

Setzen wir in diese Formel dieselben Werthe wie im vorigen Beispiele ein, alsdann ist $RS = D_1 = 0{,}40 + 0{,}05 = 0{,}45$ m, $AB = D = 0{,}40$ m, und $h = 3$ m, und es ergibt sich als 10jähriger Zuwachs:

$$Z = 0{,}7854\ (0{,}45 + 0{,}40)\ (0{,}45 - 0{,}40) \cdot 3 = 0{,}7854 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}05 \cdot 3$$
$$= 0{,}1001 \text{ Festmeter.}$$

Nach dem Verfahren A dieses Paragraphes haben wir bei Unterstellung desselben Beispieles nur 0,0883 Festmeter erhalten, es ergeben sich also nach jenem 0,1001 — 0,0883 = 0,0118 Festmeter pro Sektion weniger.

Dieses Mehr an Zuwachs, welches man nach diesem Verfahren erhält, ist etwa nicht zufällig, sondern es wird sich auch bei der Berechnung aller übrigen Sektionen immer zeigen, weil natürlich der innere Hohlkegel, nach §. 63, wegen seines geringeren Grundflächengehaltes, unter allen Umständen einen geringeren Inhalt als der gleich breite äußere Hohlkegel zeigen muß.

Da man bei dem eben beschriebenen Verfahren durch Aufrechnung des Stärkezuwachses für n Jahre immer ein größeres Resultat erhält, als wenn man nach A den njährigen Massezuwachs (d. h. den Innenring) aufrechnet, so kann die Methode nur unter der Voraussetzung annähernd richtig sein, als der laufendjährige Zuwachs noch im Wachsen begriffen ist. Da letzterer aber nur bis zu einem gewissen Alter, etwa bis zum Eintritt der Mannbarkeit der Bestände steigt, nachher aber langsam wieder abnimmt, so kann das Resultat mit dem späteren Wachsthum älterer Bestände auch nur zufällig z. B. dann übereinstimmen, wenn etwa durch plötzliche Lichtstellung u. s. w. der Baum vielleicht vorübergehend einen größeren Zuwachs aufgelegt hätte.

Aus diesem Grunde bemerkt K. Heyer auch in seiner Waldertragsregelung Seite 153, daß, wenn die letzten Jahrringe im Zunehmen oder doch gleich breit seien, man das Verfahren B, im entgegengesetzten Falle aber das Verfahren A anwenden solle.

Da jedoch die eine wie die andere Methode immer nur für kurze Zeiträume, höchstens 10—15 Jahre, angewendet werden kann,

beide überdies bei großer Umständlichkeit doch nie ein ganz richtiges Resultat liefern können, so wagen wir dieses Verfahren so wenig wie das erste für die gewöhnlichen Zuwachsberechnungen zum Zweck der Etatsbestimmung als Hauptverfahren zu empfehlen.

C. Zuwachsermittlung durch Aufrechnung des Stärke- und Massezuwachses der letzten Jahre.

Wir haben gesehen, daß man nach §. 64 A. bei noch steigendem laufenden Massezuwachs ein zu niedriges, nach §. 64 B. aber bei gleichbleibendem oder gar abnehmenden Zuwachs ein zu hohes Resultat erhält. Diese Wahrnehmung führte zu einem kombinirten Verfahren aus A und B in der Art, daß man die doppelte durchschnittliche Jahrringbreite b der letzten n Jahre zur Hälfte innen, zur Hälfte außen an den gegenwärtigen Durchmesser D des Baumes sich angesetzt denkt und auf dieser Grundlage nach der bereits beschriebenen Weise den künftigen njährigen Zuwachs Z berechnet. Man denkt sich dann, der Durchmesser nach n Jahren sei $D + \frac{b}{2} = D_3$, derjenige vor n Jahren aber $D - \frac{b}{2} = D_2$ und es ist dann ebenfalls:

$$Z = 0{,}7854\ (D_3 + D_2)\ (D_3 - D_2)\ .\ h.$$

Beispiel: Nehmen wir dasselbe Beispiel wie bei A und B, so ist der gegenwärtige Durchmesser $D = 0{,}40^m$, die doppelte Breite b der letzten n Jahrringe $= 0{,}05^m$, folglich $\frac{b}{2} = 0{,}025^m$,

$D_3 = D + \frac{b}{2} = 0{,}40 + 0{,}025 = 0{,}425^m$, $D_2 = D - \frac{b}{2} =$

$= 0{,}40 - 0{,}025 = 0{,}375^m$ und $h = 3^m$;

mithin $Z = 0{,}7854\ (0{,}425 + 0{,}375)\ (0{,}425 - 0{,}375)\ 3 =$

$= 0{,}7854\ .\ 0{,}80\ .\ 0{,}05\ .\ 3 = 0{,}0942$ Festmeter.

Da wir nach Methode A = 0,0883, nach B aber = 0,1001 Festmeter erhalten haben, so liegt nach dem letzten Verfahren das Resultat genau zwischen den beiden ersten und wird deßhalb namentlich dann am Platze sein, wo nach Alter und Standort zu schließen der Baum einen gleichbleibenden laufenden Zuwachs zeigt, was zu beurtheilen allerdings nicht immer ganz leicht sein dürfte.

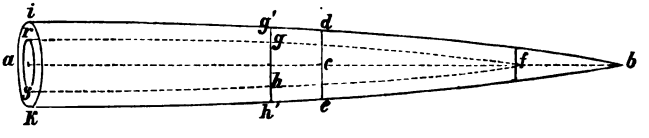
2. Ermittlung des Massezuwachses liegender Bäume aus der Mittenstärke.

§. 65.

Das §. 64 beschriebene Sektionsverfahren erfordert verhältnißmäßig viel Zeit und Aufmerksamkeit. Man suchte deßhalb, und namentlich wenn es sich um eine geringere Genauigkeit handelte, das Verfahren dadurch abzukürzen, daß man den gegenwärtigen Inhalt des Schaftes und ebenso denjenigen vor n Jahren aus den zugehörigen Längen und mittleren Durchmessern als Paraboloid berechnete, beide Inhalte von einander abzog und in der Differenz beider Zahlen den njährigen Zuwachs des Baumschaftes fand. Denn bezeichnet man (Fig. 63) mit M = i k b den gegenwärtigen, unter m = r s f den Inhalt des Baumes vor n Jahren, so ist offenbar der njährige Massezuwachs:

$$Z = M - m = ikb - rsf.$$

Fig. 63.



Will man nach dieser allerdings weit einfacheren Methode den njährigen Zuwachs eines Baumschaftes berechnen, so muß man die Höhe a b = H des gegenwärtigen Baumes genau messen, ebenso in der Hälfte a c der Gesammtlänge den gegenwärtigen rindenlosen Durchmesser d e = D ermitteln, was beides keine Schwierigkeiten hat, wenn man den Stamm bei d e durchschneidet, oder, im Falle das Zerschneiden nicht gestattet sein sollte, denselben an der betreffenden Stelle entrindet. Man findet dann den gegenwärtigen Bauminhalt

$$M = \frac{\pi D^2}{4} . H = \gamma . H.$$

Ebenso muß die Höhe h des Baumes a f vor n Jahren durch Entgipfeln desselben auf n Jahrringe bei f nach §. 61 bestimmt und in $\frac{a f}{2}$ der rindenlose Durchmesser g h = d vor n Jahren ab-

gegriffen werden, was wiederum mittelst Durchschneiden des Schaftes bei g h nach §. 62 oder des Zuwachsbohrers (Seite 351) geschehen kann.

Es ergibt sich dann der Inhalt m des Schaftes r s f vor n Jahren $m = \frac{\pi d^2}{4} . h = \gamma^1 . h$, und aus M und m endlich der njährige Zuwachs $Z = M - m = \gamma . H - \gamma^1 . h$.

Wenn auch die vorstehende Methode den Vorzug größerer Einfachheit besitzt, so wird derselbe doch unter Umständen durch den Nachtheil ungenauerer Resultate wieder mehr oder weniger aufgehoben. Die Methode setzt nämlich voraus, daß der Baum seine Formzahl seit vor n Jahren und jetzt nicht geändert habe. Diese Annahme ist aber wie es scheint nur innerhalb kurzer Zuwachsperioden zulässig, weil man seither in normal erwachsenen Beständen eine Zunahme der Formzahl mit steigendem Baumalter unterstellte. Würden die Bäume an der ganzen Länge des Schaftes durch alle Zeiten hindurch jährlich gleich breite Jahrringe anlegen, so ließe sich an der Methode nichts aussetzen, so aber hängt die Breite der Jahrringe von den §. 62 geschilderten Verhältnissen ab und darum sichert das Verfahren nicht vor kleineren oder größeren Fehlern.

Preßler sucht in seinen holzwirthschaftlichen Tafeln das soeben beschriebene Verfahren noch in folgender Weise weiter zu vereinfachen, und mittelst dieser Vereinfachung zugleich den gerügten Uebelstand der Methode zu beseitigen. Preßler entgipfelt nämlich den Stamm ebenfalls an der Stelle f (Fig. 63), wo vor n Jahren der Gipfel des Baumes lag. Hierauf wird der „zuwachsrecht" entgipfelte Stamm in der Mitte durchschnitten und hier nicht nur der gegenwärtige Durchmesser $g' h' = D_1$ (ohne Rinde), sondern auch derjenige vor n Jahren $g h = d$ gemessen, ebenso die Länge des entgipfelten Stammes $a f = h$ bestimmt. Der njährige Massenzuwachs Z ist dann:

$$Z = \frac{\pi . D_1^2}{4} . h - \frac{\pi d^2}{4} . h = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d^2) h =$$

$$= 0{,}7854 (D_1 + d) (D_1 - d) . h.$$

Die ganze Masse des Gipfelstückes, welches aus lauter Zuwachs der letzten n Jahre besteht, bleibt bei diesem Verfahren außer Rechnung. Die Vernachlässigung des Gipfels wird dadurch gerechtfertigt, daß der jetzige Durchmesser nicht in der Mitte des unent-

gipfelten, sondern in der Mitte des entgipfelten Stammes gemessen werde, also nicht wie vorhin d e, sondern jetzt g' h' sei und folglich — weil an einer tiefern Stelle liegend — auch größer sein müsse. Außerdem soll die im Allgemeinen nach n Jahren größere Formzahl, gegenüber derjenigen vor n Jahren, dadurch entsprechende Berücksichtigung finden, daß man den gegenwärtigen Durchmesser an einer tiefern Stelle mißt und daher nothwendig $g' h' > d e$ finden und deßhalb auch einen entsprechend größeren Zuwachs erhalten muß.

Ist an dem zu untersuchenden Baume die jetzige Formzahl wirklich beträchtlich größer als vor n Jahren, so scheint es uns keinem Zweifel zu unterliegen, daß die Preßler'sche modificirte Methode auch wirklich bessere Resultate liefern wird. Bedenkt man aber, wie ungemein verschieden sich die Millionen Bäume innerhalb einer gewissen Wachsthumsperiode entwickeln, so wird Niemand mit Ernst behaupten wollen, das Preßler'sche abgekürzte schablonenmäßige Verfahren liefere unter allen Umständen befriedigende Resultate, es wird daher auch durch dasselbe das Sektionsverfahren nicht verdrängt werden, wo es sich um genaue und unter allen Umständen zuverlässige Zuwachsuntersuchungen handelt.

3. Von der Ermittlung des Massezuwachses nach Formzahlen.

§. 66.

Die Umständlichkeit der Berechnung des laufendjährigen und periodischen Zuwachses nach dem Sektionsverfahren, oder das mit demselben verbundene Fällen der Stämme, suchte man durch Einführung der Formzahlen in die Methoden der Zuwachsberechnung zu umgehen.

Den gegenwärtigen Inhalt k eines Baumes erhält man nämlich durch Multiplikation der Idealwalze $g . H$ mit der Formzahl f, d. h. es ist $k = g . H . f$. Ebenso ergibt sich der Inhalt k' eines 10 oder allgemein n Jahre jüngeren Baumes, wenn man dessen Idealwalze $g' . H'$ mit dessen Formzahl f' multiplicirt, d. h. es ist $k' = g' . H' . f'$. Hiernach ist der in den letzten 10 Jahren erfolgte Zuwachs $Z = g . H . f - g' . H' . f' = k - k'$.

Nach dieser Formel ließe sich nun der Zuwachs in den nächst

verflossenen n oder 10 Jahren leicht finden, wenn die Idealwalzengehalte und Formzahlen in den zwei verschiedenen Lebensaltern bekannt wären. Diese müssen daher zunächst festgestellt werden. Das Verfahren ist ein anderes bei liegenden, als bei stehenden Bäumen. Wir unterscheiden hiernach:

A. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an liegenden Bäumen.

Nach obiger Formel bedarf man zunächst zur Berechnung von Z für die letzten n Jahre den gegenwärtigen Inhalt g . H . f des Baumes. Dieser ergibt sich, wenn man aus der jetzigen Scheitelhöhe und Grundstärke die Idealwalze, aus dieser und dem zu ermittelnden Bauminhalte die Formzahl ableitet, und schließlich die Idealwalze mit der Formzahl multiplicirt. Kennt man nun den gegenwärtigen Bauminhalt und dessen gegenwärtige Formzahl, so handelt es sich noch um denjenigen vor n (etwa 10) Jahren.

Dieser ergibt sich aus der Grundfläche, Scheitelhöhe und Formzahl vor n Jahren. Um die Grundfläche zu erhalten, mißt man bei 1,3 m über dem Boden (Brusthöhe) die mittlere Jahrringbreite der letzten n Jahre, nimmt diese doppelt und zieht sie von der gegenwärtigen Grundstärke ab und berechnet zu dem geringeren Durchmesser die Kreisfläche. Die Scheitelhöhe vor n Jahren findet man nach §. 61, indem man den Baum so weit entgipfelt, daß die Grundfläche des Gipfels gerade noch n Jahresringe zählt. Die Entfernung vom Fußpunkt des Baumes bis zum Entgipfelungspunkt ist dann die gewünschte Scheitelhöhe.

Die Formzahl vor n Jahren ließe sich zwar nach dem Sektionsverfahren auch bestimmen, da man aber diese umständliche Methode gerade umgehen will, so nimmt man an, daß die Formzahl vor n Jahren dieselbe wie die jetzige gewesen sei. Diese Annahme ist zwar nicht ganz richtig, und wird um so unrichtiger, je größer n angenommen wird, denn die Formzahl ändert sich unter Umständen jedes Jahr etwas. Da jedoch bei der Zuwachsberechnung die Erreichung eines absolut richtigen Resültates ohnehin nicht möglich ist, so rechtfertigt sich eine solche Annahme unter der Voraussetzung, als n nicht zu groß, höchstens 10 Jahre, angenommen wird und man auf ein vollkommen richtiges Resultat schon im Voraus verzichtet.

Ist durch reichliche Formuntersuchungen der wichtigsten Holzarten, wie sie in den nächsten Jahren jedenfalls von den forstlichen Versuchsanstalten vorgenommen werden dürften, einmal festgestellt, um wie viel die Formzahlen unter mittleren Bestandesschlußverhältnissen und bei verschiedenen Bonitäten etwa von 10 zu 10 Jahren mit dem Wachsen der Baumalter zunehmen, so kann man mit Hilfe solcher Formzahltafeln dann leicht auf die Größe der Formzahl des Baumes vor n Jahren zurückschließen und die entsprechende kleinere Formzahl in Ansatz bringen. Ein derartiges Verfahren, bei welchem man sich mehr von der Form des einzelnen Baumes lossagt und sich an die durchschnittlichen Formzahlen hält, wird sich selbstverständlich auch mehr für Zuwachsuntersuchungen ganzer Bestände eignen.

Beispiel: Die Grundstärke eines liegenden Baumes wurde in Brusthöhe 0,50 m, daher dessen Grundfläche g = 0,196 □m gefunden, die Scheitelhöhe H war 30 m und der Inhalt 3,293 Festmeter; so ist dessen gegenwärtige Formzahl $f = \frac{k}{g \,.\, H} = \frac{3{,}293}{0{,}196 \times 30}$ = 0,56. Nun wurde in Brusthöhe die doppelte Jahrringstärke der letzten 10 Jahre ermittelt und 0,05 m gefunden, es war daher die Grundstärke vor 10 Jahren nur 0,50 — 0,05 = 0,45 m und die Grundfläche g′ = 0,159□m; ferner maß das 10 Jahr alte Gipfelstück 2,5 m, es war daher die Scheitelhöhe H′ vor 10 Jahren 30 — 2,5 = 27,5 m. Unterstellt man endlich, die Formzahl vor n Jahren sei nicht 0,56, sondern etwas kleiner, d. h. nur 0,55 gewesen, so beträgt der in den letzten 10 Jahren erfolgte Zuwachs:

$$Z = G \times H \times f - g' \times H' \times f' =$$
$$= 0{,}196 \,.\, 30 \,.\, 0{,}56 - 0{,}159 \,.\, 27{,}5 \,.\, 0{,}55 =$$
$$= 3{,}293 - 2{,}405 = 0{,}888 \text{ Festmeter.}$$

Nimmt man nun nach §. 64. A an, der Baum werde in den nächsten 10 Jahren dieselbe Holzmasse anlegen, so würde derselbe alsdann 3,293 + 0,888 = 4,181 Festmeter Holzmasse besitzen.

Unter welchen Voraussetzungen jedoch diese Annahme gemacht werden darf, haben wir ebenfalls bereits §. 64. A, B und C hervorgehoben. Ebenso bedarf es keiner weiteren Auseinandersetzung, daß das soeben beschriebene Verfahren auch in der Art abgeändert werden kann, daß man die Breite der letzten n Jahrringe nach

außen, oder zur Hälfte nach außen, zur andern Hälfte nach innen sich angelegt denkt.

Würden die Formzahlen f und f' zugleich die Ast- und Reisholzmasse in sich schließen, so bekäme man nach dem eben geschilderten Verfahren zugleich auch in sehr einfacher Weise den Zuwachs des ganzen Baumes, was bei den bis jetzt beschriebenen Methoden nicht der Fall ist.

Nach den Versuchen Theodor Hartig's ist die Formzahl selbst innerhalb 5 Jahren eine sehr veränderliche Größe, von welcher er behauptet, daß sie keinem allgemeinen Gesetze unterworfen sei und daß daher kein Taxator aus äußeren Kennzeichen zu beurtheilen vermöge, ob die künftige Veränderung der Formzahl in auf- oder in absteigender Richtung stattfinden werde. Theodor Hartig hält daher an dem Sektionsverfahren fest, was jedenfalls auch bei genauer Untersuchung des Massezuwachses des Einzelbaumes für wissenschaftliche Zwecke das sicherste ist und bleibt.

B. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an stehenden Bäumen.

Dieses Verfahren wurde für den Fall empfohlen, als man die Bäume nicht fällen will oder fällen kann. Es weicht von dem unter A beschriebenen natürlich im Prinzipe nicht ab. Die Ermittlung der gegenwärtigen Grundstärke und derjenigen vor n Jahren geschieht wie bei A. Der Höhenwuchs während n Jahren, sowie die gegenwärtige Formzahl und diejenige vor n Jahren müssen aber eingeschätzt werden.

Da nach A dieses Paragraphes der Höhenwuchs und auch die gegenwärtige Formzahl direct an dem liegendem Baume abgeleitet und nicht eingeschätzt wurde, so muß jenes Verfahren, wenn gleich etwas umständlicher, auch verhältnißmäßig bessere Resultate als dieses liefern.

Sollte jedoch eine genaue Bestandesschätzung vorausgegangen sein, so daß man die Masse M, die Kreisflächensumme G und die mittlere Scheitelhöhe H des Bestandes voraussetzen darf, so kann man auch an stehenden Bäumen die gegenwärtige Formzahl f direkt durch Rechnung finden, denn es ist dann offenbar:

$$f = \frac{M}{G \cdot H}.$$

Ebenso wird es dann nicht mehr schwierig sein, ziemlich sichere Schlüsse über die Baumhöhen vor und nach n Jahren zu machen,

wenn erst einmal für die wichtigsten Holzarten und verschiedene Bonitäten gute Höhenkurven veröffentlicht sein werden, zu welchen es voraussichtlich in nicht allzulanger Zeit kommen wird.

4. Von der Ermittlung des Massezuwachses nach Procenten.

§. 67.

Die Methoden der Ermittlung der Massenzuwachsprocente sind verschieden, je nachdem die letzteren dem Zwecke der Masse- oder Geldertragsregulirung dienen sollen; denn der Massezuwachs der Bäume und Bestände folgt im Ganzen den Gesetzen einer arithmetischen Reihe, also der einfachen Zinsrechnung, während Kapitalien, und als solche können wir auch Bäume in gewissem Sinne auffassen, sich mehr nach den Gesetzen einer geometrischen Reihe, d. h. den Regeln der Zinses-Zinsenrechnung vermehren. Früher benutzte man die Zuwachsprocente nur in ersterem Sinne, d. h. man stellte sich die Aufgabe, mit Hilfe derselben aus der gegenwärtigen Holzmasse eines Baumes (Bestandes) den bis zum Abtriebe desselben noch erfolgenden njährigen Zuwachs und somit die Abtriebsmasse festzustellen. Man unterstellt hierbei eine ziemlich gleichmäßige Vertheilung des Zuwachses auf die einzelnen Jahre und eine Massenmehrung nach einfachen Zinsen und erhält dabei naturgemäß um so zuverlässigere Resultate, je kürzer die Zuwachsperiode angenommen wird. In neuester Zeit jedoch, und mit hervorgerufen durch die Lehren der sogenannten Reinertragstheorie, sucht man den zuwachsenden Bäumen und Beständen auch noch eine andere Seite abzugewinnen, indem man sie als wachsende Geldkapitalien betrachtet und untersucht, wie hoch sich dieselben verzinsen. Da nun Geldkapitalien sich nach andern Gesetzen vermehren wie Waldbäume, so ist klar, daß auch die Methoden der Procentberechnung im letzteren Falle andere als im ersteren sein müssen. Um daher diese zwei principiell verschiedenen Gegenstände nicht mit einander zu vermengen, wollen wir sie getrennt besprechen, indem wir handeln:

A. Vom Zuwachsprocent für Zwecke der Massenwirthschaft.

Unter Zuwachsprocent versteht man das geometrische Verhältniß, welches zwischen dem letztjährigen Zuwachs eines Baumes (Bestandes) und der Holzmasse besteht, an welcher sich dieser Zuwachs angelegt hat. Ist die gegenwärtige Masse eines Baumes M diejenige vor einem Jahre m, so ist der letztjährige Zuwachs $Z = M - m$ und das auf die Masseneinheit sich beziehende Zuwachsprocent p wird nach der Proportion $m : Z = 1 : p$ gefunden:

$$p = \frac{Z}{m}.$$

Beispiel: Ein Baum hat gegenwärtig eine Holzmasse $M = 3{,}42$ Festmeter, vor einem Jahre hatte er nur $m = 3{,}38$ Festmeter, folglich ist sein letztjähriger Zuwachs $Z = M - m = 3{,}42 - 3{,}38 = 0{,}04$ Festmeter, oder sein Zuwachsprocent $p = \frac{Z}{m} = \frac{0{,}04}{3{,}38} = 0{,}0118$, d. h. es kommen auf 1 Festmeter Holzmasse 0,0118 Festmeter Zuwachs.

Setzt man nun umgekehrt die Holzmasse m und das Zuwachsprocent p als bekannt voraus, so ergibt sich aus der Gleichung $p = \frac{Z}{m}$ der letztjährige Zuwachs

$$Z = m \times p,$$

d. h. man erhält den letztjährigen Zuwachs, wenn man die vorjährige Holzmasse (m) mit dem dieser entsprechenden Zuwachsprocente (p) multiplicirt.

Beispiel: Nach vorigem Beispiele ist $m = 3{,}38$, $p = 0{,}0118$, mithin der unbekannte einjährige Zuwachs:

$$Z = m \times p = 3{,}38 \times 0{,}0118 = 0{,}04 \text{ Festmeter.}$$

Drückt man den laufendjährigen Zuwachs nicht in Theilen der Einheit, sondern in Theilen von 100 aus, so erhält man den Zuwachs in Procenteinheiten, denn es besteht dann die Proportion:

$$m : Z = 100 : p', \text{ oder } p' = \frac{Z \cdot 100}{m}.$$

Nach obigem Beispiele wäre dann $p' = \frac{0{,}04 \cdot 100}{3{,}38} = 1{,}18$ Procent, d. h. es käme auf 100 Festmeter Holzmasse 1,18 Festmeter jährlicher Zuwachs. Sind umgekehrt die Procenteinheiten

(p') und die gegenwärtige Holzmasse m gegeben, so folgt aus letzter Gleichung auch:

$$Z = \frac{m \cdot p'}{100}, \text{ oder für unser Beispiel:}$$

$$Z = \frac{3{,}38 \cdot 1{,}18}{100} = \frac{3{,}99}{100} = 0{,}04 \text{ Festmeter.}$$

Auf diesen einfachen Prinzipien beruht die Anwendung des Zuwachsprocentes auf die Berechnung des Massenzuwachses. Denn kennt man die gegenwärtige Masse und das Alter eines Baumes (Bestandes) und weiß man ferner, daß ein unter denselben Verhältnissen erwachsener gleichalteriger Baum (Bestand) erfahrungsmäßig p' Procent-Einheiten-Zuwachs hat, so kann man nach $Z = \frac{m \cdot p'}{100}$ leicht und ohne alle weitere Messung der letzten Jahrringe den letztjährigen Zuwachs des fraglichen Baumes (Bestandes) bestimmen. Da der einjährige Zuwachs eine von den Witterungsverhältnissen u. s. w. abhängige und darum sehr schwankende Größe ist, so ist es vorzuziehen, Z aus dem periodischen Durchschnittszuwachs zu berechnen, indem man etwa aus dem Zuwachs der letzten 5 Jahre den Durchschnitt nimmt. Weiter haben wir aber noch auf einige andere das Zuwachsprocent bestimmende Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Wirft man nemlich einen Blick auf die Formel $p = \frac{Z}{m}$ oder $p' = \frac{Z \cdot 100}{m}$, so findet man, daß das Zuwachsprocent nicht in allen Lebensaltern gleich sein kann, sondern daß dasselbe nothwendig mit der Zunahme des Baum- oder Bestandesalters sinken muß; denn der Nenner (m) der Gleichung vermehrt sich mit jedem Jahre um einen Jahreszuwachs, während der Zähler Z unter allen Umständen nur den letztjährigen Zuwachs des Baumes (Bestandes) vorstellt. Es wächst daher der Nenner m fortwährend in einem weit größeren Verhältniß als der Zähler Z, welcher sogar in späteren Jahren wieder abzunehmen pflegt. Der Werth des Bruches wird daher mit dem Wachsen des Alters fortwährend kleiner.

Hieraus ergibt sich dann, daß die erfahrungsmäßig gesammelten Zuwachsprocente immer nur zur Berechnung des laufendjährigen Zuwachses solcher Bäume (oder Bestände) verwendet werden dürfen,

welche gleichalterig mit jenen sind, für welche die Zuwachsprocente ihre Giltigkeit haben. Da ferner die Zuwachsprocente mit jedem Jahre etwas kleiner werden, so darf der nach Formel $Z = \frac{m \cdot p'}{100}$ oder $Z = m \cdot p$ gefundene jährliche Zuwachs auch nur für eine geringe Anzahl von Jahren (höchstens 5—10) in Aufrechnung gebracht werden. Denn wollte man z. B. das aus dem durchschnittlich jährlichen Zuwachse der letzten 5 Jahre eines 90jährigen Baumes berechnete Zuwachsprocent zur Berechnung des Zuwachses eines andern Baumes zwischen dem 90. und 100. Jahr benutzen (indem man den hiernach gefundenen 1jährigen Zuwachs 10mal nähme), so würde man ein zu großes Resultat erhalten, weil schon dem 95jährigen, noch mehr aber dem 100jährigen Baume ein geringeres Zuwachsprocent entspricht. Es muß sich daher das Zuwachsprocent stets auf dasjenige Alter beziehen, welches zwischen der Mitte des jetzigen und künftigen Alters des Baumes liegt, für welches der Zuwachs aufzurechnen ist.

Nebst dem Alter hängt das Zuwachsprocent noch von der Beschaffenheit und namentlich von der mehr oder weniger dichten Stellung des Bestandes ab, in welcher derselbe erwachsen ist. Bekanntlich können durch plötzliche oder allmälige Lichtung eines Bestandes, oder gänzliche Freistellung der Bäume, in wenigen Jahren die Zuwachsverhältnisse gänzlich verändert werden. Die Stämme in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen legen plötzlich stärkere Jahrringe an und jüngere Bestände sucht man durch zeitgemäße Durchforstungen zu einer raschen Massenmehrung zu bewegen. Das Zuwachsprocent eines im Schlusse erwachsenen Baumes wird daher geringer als dasjenige eines schon mehrere Jahre im Lichtschlage oder im Oberstande eines Mittelwaldes stehenden Baumes sein. G. L. Hartig rechnete darum für Bäume, welche im lichten Stande erwachsen waren, auch $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ Procent mehr. Für diejenigen, welche sich in früheren Jahren nicht schon Erfahrungen über die Zuwachsprocente nach Verschiedenheit des Waldschlusses und der Beschaffenheit desselben überhaupt gesammelt haben, sind daher die Zuwachsprocente Fremder dann ohne hohen Werth, wenn sie nicht auch eine kurze Charakteristik der Schlußverhältnisse u. s. w. enthalten.

Noch am meisten Werth besitzt die Rechnung nach Zuwachsprocenten für solche Bäume (Bestände), welche dem Abtriebe schon nahe stehen, denen daher höchstens noch ein 5—10jähriger Zuwachs aufzurechnen ist. Insbesondere meinen wir hier die Zuwachsberechnung in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen und etwa im Oberstande des Mittelwaldes. Einige Instruktionen der Waldertragsregelung empfehlen die Aufrechnung des Zuwachses nach erfahrungsmäßigen Procenten nur in dieser Richtung und wir pflichten einer derartigen beschränkten Anwendung des Zuwachsprocentes ganz bei, im Falle man, wegen Mangel an Erfahrungen, nicht vorzieht, den Zuwachs in solchen Fällen durch einfache Aufrechnung des Gesammtalters-Durchschnittszuwachses für so viele Jahre zu bestimmen, als der Baum (Bestand) muthmaßlich noch wachsen wird.

Uebrigens kann sich jeder Erfahrungen über die Zuwachsprocente von Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen in wenigen Jahren selbst sammeln, gehört ja hierzu weiter nichts, als die gegenwärtige Masse einer Anzahl solcher Bäume zu bestimmen, sie von Jahr zu Jahr oder von zwei zu zwei Jahren wieder aufzunehmen und zu berechnen, und aus den verschiedenen Massendifferenzen auf den erfolgten Zuwachs zu schließen. Die in solchen Schlägen fast jährlich vorkommenden Fällungen werden eine genugsame Gelegenheit zur Auswahl geeigneter Probestämme u. s. w. liefern. Das Sektionsverfahren wird allerdings auch hier die genauesten Resultate liefern, nur wird es wegen seiner Umständlichkeit in der Praxis selten angewendet werden.

G. L. Hartig berechnete die Zuwachsprocente getrennt nach gutem, mittlerem und schlechtem Boden. Hoßfeld unterschied in dieser Beziehung nur Grade der Flach- und Tiefgründigkeit. Cotta machte keine derartigen Unterschiede, und v. Wedekind spricht sich ebenfalls (Seite 124 seiner Betriebsregulirung) gegen eine Ausscheidung der Zuwachsprocente nach verschiedenen Bodengüten aus.

Grebe (Forstbetriebsregulirung 1867, Seite 84) scheidet drei verschiedene Standortsgüten aus, indem er folgende, die mittleren Vorerträge berücksichtigende und für die nächsten 10 Jahre berechnete Zuwachsprocenttafel mittheilt und bei deren Anwendung noch weiter empfiehlt, bei lichterem Stande (Lichtschlägen ꝛc.) die Procentziffern um 0,25 bis 0,50 zu erhöhen.

Grebe's Zuwachsprocenttafel für Hochwaldbestände.

Holzart	Alter	Standort und Bestandeswuchs		
		gut	mittelmäßig	gering
	Jahre	Jährliche Zuwachsprocente incl. Vorertrag		
Buchen	50—60	5,2	4,1	3,0
	60—70	3,7	3,0	2,3
	70—80	2,5	2,0	1,6
	80—90	2,0	1,7	1,3
	90—100	1,4	1,3	1,1
	100—110	1,2	1,0	0,7
	110—120	1,0	—	—
Fichten	50—60	3,6	3,4	3,2
	60—70	2,7	2,5	2,3
	70—80	2,0	1,8	1,6
	80—90	1,5	1,2	1,0
	90—100	1,2	1,0	—
	100—110	0,8	—	—
Kiefern	40—50	4,6	3,8	3,2
	50—60	3,2	3,0	2,8
	60—70	2,4	2,0	1,6
	70—80	1,5	1,8	1,0
	80—90	1,0	0,9	—
	90—100	0,8	—	—

Burckhardt theilt in seinen „Hilfstafeln für Forsttaxatoren, 1. Heft, Hannover 1873," eine ähnliche Zuwachsprocenttafel mit.

Folgende aus Cotta's Grundriß der Forstwissenschaft entnommene Tafel für die Zuwachsprocente (in Einheiten) theilen wir mit dem Bemerken mit, daß dieselbe aus dessen Erfahrungstafeln über den Normalgehalt der Hochwaldbestände ohne Einrechnung des Durchforstungsertrags abgeleitet ist:

Alter	Eiche	Buche	Fichte	Kiefer	Tanne	Lärche	Erle	Birke
10	—	—	—	—	—	—	10,126	10,000
20	6,761	8,235	9,117	6,494	11,690	6,601	5,094	4,989
30	4,455	5,349	5,389	4,331	5,372	4,175	3,416	3,333
40	3,360	3,739	3,760	3,165	4,078	2,874	2,577	2,500
50	2,708	2,931	2,621	2,404	3,311	2,150	2,074	1,998
60	2,277	2,341	1,979	1,850	2,746	1,691	1,738	1,573
70	1,964	1,991	1,552	1,487	2,114	1,372	1,429	1,227
80	1,729	1,712	1,282	1,230	1,678	1,135	1,055	0,983
90	1,536	1,473	1,088	1,038	1,293	0,950	0,715	0,785
100	1,332	1,315	0,991	0,872	1,119	0,798	0,530	0,523
110	1,123	1,113	0,902	0,720	0,984	0,671		
120	0,959	0,885	0,806	0,588	0,833	0,497		
130	0,827	0,724	0,642	0,476	0,692	0,331		
140	0,718	0,648	0,399	0,378	0,576	0,288		
150	0,631	0,573						
160	0,575	0,524						
170	0,527							
180	0,486							
190	0,435							
200	0,375							

In Reber's Waldtaration, Seite 232 findet sich eine ähnliche Uebersicht der Zuwachsprocente der wichtigsten Holzarten; die Procente stimmen ziemlich mit den Cotta'schen überein, sind jedoch meist etwas geringer.

G. L. Hartig (Instruktion für die preußischen Forsttaratoren) schreibt vor, daß das Maximum des anzunehmenden jährlichen Zuwachses an haubarem Holze folgende Procentsätze nicht übersteigen soll:

Art des Waldbestandes sämmtlich haubar	Auf gutem Boden		Auf Mittel-Boden		Auf schlechtem Boden	
	geschlossen bestanden	licht bestanden	geschlossen bestanden	licht bestanden	geschlossen bestanden	licht bestanden
	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.
Hochwaldbestände:						
A. Eichen, Rothbuchen, Weißbuchen, Eschen, Rüstern, Ahorn	1,25	1,50	1,00	1,25	0,75	1,00
B. Birken und Erlen . . .	1,50	1,75	1,25	1,50	1,00	1,25
C. Aspen und Pappeln . . .	2,00	2,25	1,75	2,00	1,25	1,50
D. Nadelhölzer	1,50	1,75	1,25	1,50	1,00	1,25
Niederwaldbestände:						
E. Eichen, Birken, Buchen u. s. w.	2,25	3,00	2,25	2,50	1,50	2,00
F. Erlen	3,50	4,00	3,00	3,25	2,50	2,75
G. Aspen und Pappeln . . .	4,00	4,25	3,50	3,75	3,00	3,25

Die Darstellung des Zuwachses in Procenten der gegenwärtigen Holzmasse hat vor andern Methoden den Vorzug, daß sie von der Größe der Bestandesflächen unabhängig ist, denn stets ist $Z = m \times p$ oder $Z = \frac{m \times p'}{100}$. Wäre daher die Holzmasse eines Bestandes 20000 Festmeter gefunden und das Zuwachsprocent $p = 0{,}0138$ festgestellt worden, so wäre der jährliche Zuwachs $Z = 20000 \times 0{,}0138 = 276$ Festmeter, und wenn der Bestand nach 5 Jahren abgetrieben würde, der Zuwachs der nächsten 5 Jahre $276 \times 5 = 1380$ Festmeter.

Verschiedene Forstwirthe vergleichen den Massenzuwachs der Bäume und Bestände mit dem Zuwachsen von Geldkapitalien nach Zinseszinsen und nehmen daher an, bei dem Holz erfolge Zuwachs von Zuwachs. Da nun bekanntlich ein Geldkapital K bei dem Zinsfuß (Zuwachsprocent) p in n Jahren zu der Summe

$$S = K\left(\frac{100 + p}{100}\right)^n$$

anwächst, so glaubte man, es ließe sich auch die künftige Holzmasse eines Bestandes nach derselben Formel berechnen. So findet sich z. B. noch in der Breymann'schen Waldwerthberechnung folgende Aufgabe: Ist die gegenwärtige Holzmasse eines Bestandes 2000 Festmeter (K) und das laufende Zuwachsprocent $p = 1{,}5$, so wächst derselbe in 25 Jahren zu der Summe $S = 2000\left(\frac{100 + 1{,}5}{100}\right)^{25}$ $= 2000 \cdot 1{,}015^{25} = 2901{,}9$ Festmeter an.

Eine derartige Behandlung solcher Aufgaben, wie man sie in verschiedenen Schriften über Waldwerthberechnung noch in Menge finden kann, ließe sich natürlich nur dann rechtfertigen, wenn das Holz wirklich nach Zinseszinsen, d. h. nach einer geometrischen Reihe zuwüchse und das Zuwachsprocent eines Baumes oder Bestandes in der Periode, für welche die Zuwachsberechnung erfolgen soll, dasselbe bliebe. Beide Voraussetzungen sind aber nicht vorhanden.

Ein größerer Fehler wäre daher in Bezug auf das Zuwachsprocent nur dann zu vermeiden, wenn man den Zeitabschnitt, für welchen man den Zuwachs vorausbestimmen will, nur sehr kurz wählte, weil die Zuwachsprocente in wenigen Jahren nur eine geringe Abnahme zeigen. Der Hauptirrthum liegt aber in der andern

Annahme, das Holz wachse nach Zinseszinsen zu. Wäre dieses der Fall, dann müßten die einzelnen Glieder unserer Zuwachs- oder Ertragstafeln ganz andere Zahlen, nämlich Zahlen, welche nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe aufsteigen, enthalten. Dies ist aber nicht der Fall, denn zieht man z. B. immer das vordere Glied einer solchen Zuwachstafel von dem folgenden ab, so sind die hierdurch entstehenden Differenzen, wenn auch nicht ganz, doch nahe einander gleich; ein Beweis, daß das Holz nahe nach einer arithmetischen Reihe, mithin nur nach einfachen Zinsen zuwächst.

Die Ansicht, bei dem Holze erfolge Zuwachs von Zuwachs und man könne den Zuwachs daher nach obigen oder ähnlichen Zinszinsformeln berechnen, ist daher falsch, man erhält nach ihnen immer ein zu hohes Resultat. Greifen wir z. B. obige Aufgabe wieder auf und berechnen den Zuwachs nach der Methode des Zuwachsprocents, so können wir im allergünstigsten Falle annehmen, das Zuwachsprocent bleibe in den 25 Jahren dasselbe (es wird aber wesentlich sinken). Der einjährige Zuwachs ist dann $= \frac{2000 \times 1{,}5}{100}$ $= 30$ Festmeter, mithin für 25 Jahre $30 \times 25 = 750$ Festmeter. Es beträgt hiernach die Holzmasse des Bestandes nach 25 Jahren nicht wie dort 2901,9, sondern nur $2000 + 750 = 2750$ Festmeter, mithin $2901{,}9 - 2750 = 151{,}9$ Festmeter weniger.

Viele von den in manchen Schriften über Waldwerthberechnung enthaltenen und auf dem oben berührten Irrthum beruhenden Aufgaben können daher keine Waldwerthberechnungs-Aufgaben, sondern nur Zinseszins-Rechnungsaufgaben genannt werden.

Vergleiche in dieser Beziehung auch Gustav Heyer über die Ermittlung des Alters, der Masse und des Zuwachses der Holzbestände, Dessau 1852.

Uebrigens darf man bei der Anwendung der Zuwachsprocente nicht übersehen, daß dieselben nicht die absolute, sondern nur die relativen Zuwachsmengen ausdrücken. Auf einem Hektar 40jährigen Fichtenbestand II. Bonität stehen z. B. 180 Festmeter Holz, das Zuwachsprocent ist 3,8; daher jährlicher Massenzuwachs $\frac{180 \cdot 3{,}8}{100}$ $= 6{,}84$ Festmeter. Dagegen stehen unter denselben Verhältnissen auf einem Hektar 80jährigen Bestands 590 Festmeter und obgleich

hier das Zuwachsprocent schon auf 1,3, also auf etwa $\frac{1}{3}$ gesunken ist, so wächst hier doch noch jährlich mehr zu, nämlich $\frac{590 \cdot 1{,}3}{100}$ = 7,67 Festmeter.

Schließlich wollen wir an dieser Stelle noch auf einen von Preßler zuerst aufgestellten Satz*) hinweisen, welcher für die Forsteinrichtung nicht ohne Bedeutung ist. Bezeichnet A das Alter des Baumes (Bestandes) zur Zeit des höchsten Durchschnittsertrags, dann ist

„das im großen Ganzen abnehmende Massenzuwachsprocent der Hölzer im Alter A des höchsten Durchschnittsertrags auf einen Werth herabgesunken, der sich für den Hauptertrag durch die Formel $\frac{100}{A}$ ausdrücken läßt.

Beweis: Das Zuwachsprocent ist $p = \frac{Z \cdot 100}{m}$, daraus $Z = \frac{m \cdot p}{100}$. Im Alter A des höchsten Durchschnittszuwachses ist aber der laufende Zuwachs Z = dem Durchschnittszuwachs, daher $Z = \frac{m}{A}$, folglich auch $\frac{m \cdot p}{100} = \frac{m}{A}$ oder $p = \frac{100 \cdot m}{A \cdot m} = \frac{100}{A}$.

Stellt sich nun bei einem xjährigen Bestand noch ein größeres Zuwachsprocent als $\frac{100}{A}$ heraus, so muß der Durchschnittszuwachs noch im Steigen sein, während derselbe von dem Augenblick an eine abnehmende Tendenz zeigt, als das Zuwachsprocent des fraglichen Bestandes unter $\frac{100}{A}$ herabsinkt.

B. Vom Zuwachsprocent für Zwecke der Geldwirthschaft.

Betrachtet man die Bäume und Bestände als thätige Kapitalien und will man untersuchen, wie sich dieselben in der Wirthschaft, namentlich während einer längeren Reihe von Jahren verzinsen, dann reichen natürlich die unter A aufgestellten Formeln nicht hin, sondern man muß zu der Zinseszinsenrechnung seine Zuflucht nehmen.

*) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1860.

Bekanntlich wächst ein Kapital m bei dem Zinsfuß p in n Jahren mit Zinseszinsen zu der Summe $M = m\left(\frac{100 + p}{100}\right)^n = m \cdot 1{,}0p^n$ an. Denkt man sich nun unter m die Masse eines Baumes vor n Jahren und unter M die gegenwärtige Holzmasse, so ist bei dem Procent p offenbar:

$$M = m\left(\frac{100 + p}{100}\right)^n \text{ oder}$$

$$\left(\frac{100 + p}{100}\right)^n = \frac{M}{m}, \text{ daraus } \frac{100 + p}{100} = \sqrt[n]{\frac{M}{m}}; \text{ ferner}$$

$$100 + p = 100\sqrt[n]{\frac{M}{m}} \text{ und}$$

$$p = 100\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 100 = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right].$$

Beispiel: Die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes sei 3,42 diejenige vor n = 10 Jahren sei m = 3,04 Festmeter, so ist das Verzinsungsprocent $p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right] = 100\left[\sqrt[n]{\frac{3{,}42}{3{,}04}} - 1\right] =$

$= 1{,}19.$

Nach derselben Formel läßt sich auch das sogenannte Qualitäts- und Theuerungszuwachsprocent berechnen, welches durch die Lehren der sogenannten Reinertragstheorie, die allerdings noch eines weiteren Ausbaues dringend bedürftig ist, in die Forstwissenschaft eingeführt wurde.

a. Qualitätszuwachs. Wie schon (Seite 342) erwähnt wurde, erfolgt derselbe, wenn bei gleichbleibenden Holzpreisen stärkeres Holz theurer bezahlt wird als schwächeres. Zieht man daher zu derselben Zeit von dem Preise der Masseneinheit Q eines älteren, besseren Sortimentes, denjenigen des n Jahre jüngeren q ab, so erhält man den Qualitätszuwachs und es wird auch sein:

$$\text{das Qualitätszuwachsprocent} = 100\left[\sqrt[n]{\frac{Q}{q}} - 1\right].$$

Beispiel: Beträgt der Revierpreis pro Raummeter 60jährigen Kiefernholzes q = 3,8 fl., und derjenige vom 80jährigen Holz Q = 5,2 fl., so ist während dieser 20jährigen Periode

$$\text{das Qualitätszuwachsprocent} = 100\left[\sqrt[20]{\frac{5{,}2}{3{,}8}} - 1\right] = 1{,}58.$$

b. Theuerungszuwachs. Er erfolgt durch die Aenderung der Holzpreise überhaupt und wird gemessen durch den Preis ein und desselben Sortiments in verschiedenen Zeiten. Kostet im Augenblick ein Festmeter Brenn-

holz t und nach n Jahren T, so ist der Theuerungszuwachs für diese Periode T−t und demnach auch

$$\text{das Theuerungszuwachsprocent} = 100\left[\sqrt[n]{\frac{T}{t}} - 1\right].$$

Beispiel: Es sei der gegenwärtige Werth eines Festmeters Kiefernscheitholz $t = 4$ fl., und es werde vermuthet, daß derselbe innerhalb $n = 10$ Jahre auf $T = 4{,}8$ fl. steige, so ist

$$\text{das Theurungszuwachsprocent} = 100\left[\sqrt[10]{\frac{4{,}8}{4{,}0}} - 1\right] = 1{,}84.$$

Die soeben entwickelten Procentformeln können ohne Logarithmen nicht verwendet werden. Preßler stellte daher folgende Näherungsformel auf, welche keine Logarithmen bedarf:

Der gegenwärtige Inhalt eines Baumes sei M, der vor n Jahren m, so ist die durchschnittliche jährliche Massenproduktion während der n Jahre $\frac{M-m}{n}$. Preßler nimmt nun an, dieser jährliche Zuwachs $\frac{M-m}{n}$ erfolge weder an der Masse M, noch an m, sondern an dem arithmetisch mittleren Massenvorrath

$$M - \left(\frac{M-m}{2}\right) = M - \frac{M+m}{2} = \frac{2M-M+m}{2} = \frac{M+m}{2}.$$

Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Proportion aufstellen:

$$\frac{M+m}{2} : \frac{M-m}{n} = 100 : p \text{ oder}$$

$$p = \frac{\left(\frac{M-m}{n}\right) \cdot 100}{\frac{M+m}{2}} = \frac{200}{n}\left(\frac{M-m}{M+m}\right).$$

Beispiel: Behält man dieselben Zahlen bei, welche wir bei der Formel $p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right]$ anwendeten, so ist $p =$

$$= \frac{200}{10}\left(\frac{3{,}42-3{,}04}{3{,}42+3{,}04}\right) = \frac{20 \times 0{,}38}{6{,}46} = \frac{7{,}60}{6{,}46} = 1{,}18.$$

Ganz analog ergibt sich auch das Qualitäts- und Theuerungszuwachsprocent unter Benützung der Zahlen der vorigen Formel, nämlich:

$$\text{Qualitätszuwachsprocent} = \frac{Q-q}{Q+q} \times \frac{200}{n} = \frac{5{,}2-3{,}8}{5{,}2+3{,}8} \times \frac{200}{20} = 1{,}555 \text{ u.}$$

$$\text{Theuerungszuwachsprocent} = \frac{T-t}{T+t} \times \frac{200}{n} = \frac{4{,}8-4{,}0}{4{,}8+4{,}0} \times \frac{200}{10} = 1{,}818.$$

Die Preßler'sche Näherungsformel liefert stets etwas zu kleine Resultate, was auch schon aus vorstehenden Beispielen hervorgeht, aber auch von Kunze für den Fall, als M gegen m nicht allzugroß ist, allgemein nachgewiesen wurde*). Kunze stellt daher der Preßler'schen Formel noch eine andere, nämlich:

$$p = \frac{M - m}{M(n-1) + m(n+1)} \times 200$$

gegenüber, welche etwas genauere Resultate liefert**). Da jedoch die beiden Näherungsformeln kaum rascher zum Ziele führen werden, als die Formel $100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right]$, überdies jetzt jeder gebildete Forstmann mit den logarithmischen Berechnungen vollständig vertraut sein muß, so halten wir derartige Näherungsformeln für überflüssig.

Seither haben wir von den Formeln für die Berechnung des Massenzuwachsprocentes nur im Allgemeinen und für den Fall gehandelt, daß M und m nach dem Sektionsverfahren oder einer verwandten Methode berechnet werden. Wir wollen nun noch untersuchen, welche Aenderungen die Formeln erfahren, wenn man das Massenzuwachsprocent nach Preßler am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme aus der Mittenstärke (genaue Zuwachsmessung) oder an stehenden Bäumen aus der Grundstärke (eingrenzende Zuwachsmessung) ableitet.

a. Ermittlung des Massezuwachsprocentes am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme (genaue Zuwachsmessung nach Preßler).

Wird der Stamm zuwachsrecht entgipfelt, und nennt man den gegenwärtigen mittleren Durchmesser des entgipfelten Stammes (ohne Rinde) D_1, denjenigen vor n Jahren d, die Länge desselben $= h$, so ist nach §. 65 die gegenwärtige Masse M des entgipfelten Stammes $M = \frac{\pi D_1^2}{4} . h = G . h$ und die vor n Jahren $m =$

$= \frac{\pi}{4} d^2 . h = g . h$, wo G und g die mittleren Grundflächen aus-

*) Vergl dessen Holzmeßkunst.

**) Vergl. Kunze, Holzmeßkunst Seite 228.

drücken. Setzt man daher diese Werthe in die Preßler'sche Näherungsformel $p = \frac{(M - m)}{(M + m)} \times \frac{200}{n}$, so geht sie über in:

$$p = \frac{G \,.\, h - g \,.\, h}{G \,.\, h + g \,.\, h} \times \frac{200}{n} = \frac{G - g}{G + g} \times \frac{200}{n}.$$

d. h. bei dem zuwachsrecht entgipfelten Baum ist das Massenzuwachsprocent gleich dem Flächenzuwachsprocent der Mittenflächen*).

Selbstverständlich läßt sich, da $G = \frac{\pi D_1^2}{4}$ und $g = \frac{\pi d^2}{4}$ ist, obige Formel auch ausdrücken durch:

$$p = \frac{\frac{\pi D_1^2 \,.\, h}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \,.\, h}{\frac{\pi D_1^2 \,.\, h}{4} + \frac{\pi d^2 \,.\, h}{4}} \times \frac{200}{n} = \frac{D_1^2 - d^2}{D_1^2 + d^2} \times \frac{200}{n}.$$

Um die mit dieser Formel verbundenen Rechnungen durch Einführung von Tabellen zu ersparen, hat Preßler an derselben nachfolgende Aenderungen vorgenommen. Es sei $D_1 - d = a$ und der Quotient $\frac{D_1}{a} = q$, von Preßler relativer Durchmesser genannt, so ist $D_1 = a \,.\, q$ und ebenso $d = D_1 - a = aq - a = a\,(q - 1)$. Werden die Werthe von D_1 und d in obige Formel gesetzt, so ist:

$$p = \frac{a^2 \,.\, q^2 - a^2\,(q-1)^2}{a^2 \,.\, q^2 + a^2\,(q-1)^2} \times \frac{200}{n} = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n}.$$

Beispiel: Es sei der gegenwärtige Mittendurchmesser $D^1 = 0{,}40^m$, derjenige vor n = 10 Jahren $d = 0{,}35^m$, so ist $D_1 - d = a = 0{,}40 - 0{,}35 = 0{,}05$ und $\frac{D_1}{a} = q = \frac{0{,}40}{0{,}05} = 8$, daher

$$p = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n} = \frac{8^2 - 7^2}{8^2 + 7^2} \times \frac{200}{10} = \frac{64 - 49}{64 + 49} \times 20 =$$

$$= \frac{15}{113} \times 20 = \frac{300}{113} = 2{,}66.$$

*) Setzt man in die Formel $p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right]$ statt $M = G \,.\, h$ und für $m = g \,.\, h$, dann geht sie ebenfalls über in $p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{G \,.\, h}{g \,.\, h}} - 1\right] =$

$= 100\left[\sqrt[n]{\frac{G}{g}} - 1\right]$.

In Preßler's „Neuen Holzwirthschaftlichen Tafeln" *) sind nun für die relativen Durchmesser q von 2 bis 300 die Werthe $\frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \cdot 200$ schon vorausberechnet. Man hat daher nur nothwendig, bei jedem Falle den relativen Durchmesser $\frac{D^1}{a}$ zu berechnen, denselben dann in der entsprechenden Tafel aufzusuchen, so gibt die nebenstehende Zahl das njährige Zuwachsprocent unmittelbar an, welches man dann nur noch mit n zu dividiren braucht, um das einjährige Zuwachsprocent zu erhalten. Für vorstehendes Beispiel, wo q = 8 ist, steht z. B. in den Tafeln neben dem jetzigen relativen Durchmesser 8 die Zahl 26,6 die mit 10 dividirt, ebenfalls 2,66 Procent gibt.

Ueber den Grad der Genauigkeit, welchen die Ermittlung des Massezuwachsprocentes aus dem zuwachsrecht entgipfelten Baum und den Mittenstärken liefert, haben wir uns bereits §. 65 ausgesprochen. Jedenfalls handelt es sich hier nur um eine annäherungsweise richtige Methode, über deren Leistungen nicht eher wird definitiv abgesprochen werden können, als bis man eine hinreichende Anzahl von Versuchen mit allen möglichen Holzarten und unter Berücksichtigung verschiedener Wuchs- und Standortsverhältnisse mit derselben wird angestellt haben.

b. Ermittlung des Massezuwachsprocents stehender Bäume aus Grundstärke (eingrenzende Zuwachsschätzung nach Preßler).

Es sind Verhältnisse denkbar, wenn auch selten, unter welchen man den Zuwachs nicht am liegenden Probestamm durch direkte Messung ermitteln kann, sondern am stehenden Baum bestimmen muß. Preßler schlägt daher zur Lösung dieser Frage ein Verfahren vor, dessen Grundzüge zwar im Allgemeinen den älteren König'schen Ansichten entlehnt sind, was sich aber zur Aufgabe stellt, die letzteren zu vervollständigen.

Ist der gegenwärtige Durchmesser des stehenden Baumes in der vom Wurzelanlauf freien Grundstärke D, und derjenige vor n Jahren d, sind ferner die diesen entsprechenden Grundflächen G und g und nimmt man an, die Massen M (des gegenwärtigen

*) Berlin 1873, bei Wiegand und Hempel.

Baumes) und m (des Baumes vor n Jahren) verhielten sich wie die zugehörigen Grundflächen G und g, so würde die Procentformel offenbar dieselbe wie am stehenden Baum (unter a) sein, nämlich:

$$p = \frac{D^2 - d^2}{D^2 + d^2} \times \frac{200}{n} \text{ oder } p = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n} \ldots . 1.$$

Nach Preßler trifft diese Annahme für den nach ihm fast unmöglichen Fall zu, es erfolge an den Bäumen weder Höhen- noch Formzuwachs. Es soll daher auch die Formel 1 die unterste Grenze des überhaupt möglichen Zuwachsprocentes angeben.

Anders gestaltet sich die Formel aber, wenn man Höhenzuwachs während n Jahren unterstellt, die Formzahl aber als gleichbleibend annimmt. Es lassen sich nämlich die Inhalte M und m, wenn H und H', f und f' die zugehörigen Höhen- und Formzahlen vorstellen, wie folgt ausdrücken:

$$M = \frac{\pi D^2}{4} . H . f \text{ und } m = \frac{\pi d^2}{4} . H' . f'.$$

Setzt man die beiden Gleichungen in Relation, so ist auch

$$\frac{M}{m} = \frac{\frac{\pi}{4} . D^2 . H . f}{\frac{\pi}{4} . d^2 . H' . f'}, \text{ und unter der Voraussetzung, daß sich die}$$

Formzahlen nicht ändern, also $f = f'$ ist:

$$M : m = D^2 . H : d^2 . H'.$$

Es wird nun weiter unterstellt, daß $D : d = H : H'$, d. h. $H = \frac{D . H'}{d}$ sei; alsdann ist auch, wenn man diesen Werth substituirt:

$$M : m = \frac{D^2 . D . H'}{d} : d^2 . H' \text{ oder}$$

$$M : m = D^3 : d^3 \text{ und } m = \frac{M . d^3}{D^3}.$$

Fügt man endlich in die bekannte Procentformel

$p = \frac{M - m}{M + m} \times \frac{200}{n}$ den Werth von m ein, so ergibt sich:

$$p = \frac{M - \frac{M . d^3}{D^3}}{M + \frac{M . d^3}{D^3}} \times \frac{200}{n} = \frac{\frac{M . D^3 - M . d^3}{D^3}}{\frac{M . D^3 + M . d^3}{D^3}} \times \frac{200}{n} =$$

$$= \frac{M (D^3 - d^3)}{M (D^3 + d^3)} \times \frac{200}{n} = \frac{D^3 - d^3}{D^3 + d^3} \times \frac{200}{n}.$$

Setzt man auch hier wieder $D - d = a$, $\frac{D}{a} = q$, also $D = aq$ und $d = D - a = aq - a = a(q-1)$, dann erhält man:

$$p = \frac{a^3 . q^3 - a^3 (q-1)^3}{a^3 . q^3 + a^3 (q-1)^3} \times \frac{200}{n} = \frac{q^3 - (q-1)^3}{q^3 + (q-1)^3} \times \frac{200}{n} \quad \ldots . \; 2.$$

Beispiel. Behalten wir dieselben Zahlen wie im letzten Beispiele bei, setzen daher $D = 0{,}40^m$ und $d = 0{,}35^m$, also $D - d = a = 0{,}40 - 0{,}35 = 0{,}05^m$, ferner $q = \frac{D}{a} = \frac{0{,}40}{0{,}05} = 8$ und $n = 10$, so ist:

$$p = \frac{8^3 - (8-1)^3}{8^3 + (8-1)^3} \times \frac{200}{10} = \frac{512 - 343}{512 + 343} \times 20 = \frac{169}{855} \times 20 = 3{,}96.$$

Bei Aufstellung der vorstehenden Formel 2 wurde zwar Höhenwuchs aber keine Zunahme der Formzahl unterstellt. Da jedoch die Jahrringbreiten nach Preßler längs des unbeasteten Theiles des Baumschaftes von der Grundstärke aus nach den Aesten zu breiter werden sollen, eine Annahme, die für freier stehende Bäume noch einer näheren Begründung bedarf, so unterstellt Preßler bei dem unbeasteten Theile des Schaftes auch eine Zunahme der Formzahl, woraus er dann weiter folgert, daß die Formel $p = \frac{q^3 - (q-1)^3}{q^3 + (q-1)^3} \times \frac{200}{n}$ noch nicht das Maximum des überhaupt denkbaren Zuwachses ausdrücken kann, für welches er in der That in seinen „neuen holzwirthschaftlichen Tafeln" die Formel

$$p = \frac{q^{3^1/_3} - (q-1)^{3^1/_3}}{q^{3^1/_3} + (q-1)^{3^1/_3}} \times \frac{200}{n}$$ aufgestellt hat.

Da die Unterschiede zwischen den Zuwachsprocenten, je nachdem man von der Formel $\frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n}$ oder $\frac{q^3 - (q-1)^3}{q^3 + (q-1)^3} \times \frac{200}{n}$ ausgeht, immer noch sehr groß sind, so fand Preßler für gut, zwischen die beiden Formeln auf dem Wege einfacher arithmetischer Interpolation noch zwei Mittelwerthe einzufügen, welche nahezu aus den Ausdrücken

$$\frac{q^{2^1/_2} - (q-1)^{2^1/_2}}{q^{2^1/_2} + (q-1)^{2^1/_2}} \times \frac{200}{n} \text{ u. } \frac{q^{2^1/_2} - q^{2^1/_2}}{q^{2^1/_2} + q^{2^1/_2}} \times \frac{200}{n}$$

folgen.

Hiernach gelten also für die Bestimmung des Zuwachsprocentes stehender Bäume aus der Grundstärke je nach den vorliegenden Wachsthumsverhältnissen folgende fünf Formeln:

$$\frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n} \quad \text{(Minimum.)}$$

$$\frac{q^{2^1/_3} - (q-1)^{2^1/_3}}{q^{2^1/_3} + (q-1)^{2^1/_3}} \times \frac{200}{n}$$

$$\frac{q^{2^2/_3} - (q-1)^{2^2/_3}}{q^{2^2/_3} + (q-1)^{2^2/_3}} \times \frac{200}{n}$$

$$\frac{q^3 - (q-1)^3}{q^3 + (q-1)^3} \times \frac{200}{n} \quad \text{und}$$

$$\frac{q^{3^1/_3} - (q-1)^{3^1/_3}}{q^{3^1/_3} + (q-1)^{3^1/_3}} \times \frac{200}{n} \quad \text{(Maximum.)}$$

Die erste Formel drückt das kleinste Zuwachsprocent aus und soll für den im Ganzen seltenen Fall angewendet werden, daß an dem Baum weder Höhen- noch Formzuwachs stattfindet, die letzte Formel dagegen ergibt das höchste Zuwachsprocent; und setzt einen Baum mit vollem Form- und Höhenzuwachs voraus, bei welchem die Krone erst bei 0,7 — 0,8 der Baumhöhe angesetzt ist und der Höhenwuchs proportional dem Stärkewuchs erfolgt. Zwischen diese beiden Extreme lagern sich dann die drei übrigen Formeln hinein, über deren Wahl in jedem einzelnen Fall eine gutächtliche Schätzung entscheiden soll, bei welcher die vorliegenden Längenwuchsverhältnisse, sowie die Höhe des Kronenansatzes vorzugsweise in's Auge zu fassen sind.

Um die Rechnung nach vorstehenden Formeln nicht in jedem einzelnen Falle ausführen zu müssen, hat Preßler für alle fünf Formeln und für die vorkommenden relativen Durchmesser die Zuwachsprocente für n Jahre in einer besonderen Tafel im Voraus schon berechnet, so daß man nur in der bereits angegebenen Weise den relativen Durchmesser $\frac{D}{a} = q$ zu ermitteln braucht, um mittelst desselben die njährigen Zuwachsprocente direkt aus den Tafeln ablesen zu können, die dann, durch n dividirt, das jährliche Zuwachsprocent liefern.

Die Durchmesser D und d am Meßpunkt sollen mit Hilfe des bereits beschriebenen Zuwachsbohrers gemessen werden. Wirft man einen Blick auf die vorstehenden „flotten" Zuwachsprocentformeln,

so macht man leider die Wahrnehmung, daß sie auf gar zu viel „wenn und aber", Voraussetzungen und Unterstellungen beruhen. Es ist ungemein schwierig, jedem *stehenden* Baum immer anzusehen, ob er keinen, einen mittleren oder vollen Höhenwuchs besitzt, oder noch mehr, ob und in welchem Maße die Formzahl desselben abnimmt, gleich bleibt oder im Wachsen begriffen ist. Die richtige Einschätzung der Zuwachsklasse scheint uns daher eine sehr bedenkliche Aufgabe für den Taxator zu sein und so lange eine hinreichende Anzahl von sachgemäß angestellten Versuchen die Brauchbarkeit der geschilderten Zuwachsmethode nicht bestätigen, möchten wir nicht rathen, dieselben in der forstlichen großen Praxis zu verwerthen. Jedenfalls vermögen wir nicht einzusehen, warum die umständlich gewonnenen Formeln genauere Resultate, als die §. 66 geschilderte einfache Formzahlmethode liefern soll. Wir sind überhaupt nicht dafür, wenn es sich um nähere Untersuchung der in den Waldungen steckenden Wirthschaftskapitalien hinsichtlich ihrer Rentabilität handelt, die Massenzuwachsprocente an einzelnen Bäumen festzustellen, glauben vielmehr, daß dieselben mittelst lokaler Ertragstafeln berechnet werden sollten, welche sich auf verschiedene Holzarten und Bonitäten beziehen. Zur Berechnung des künftigen periodischen Zuwachses haubarer oder nahe haubarer Bestände, zum Zwecke der Festsetzung des künftigen Massetats dürfte aber vielfach das §. 71 geschilderte Verfahren genügen.

Schließlich sei noch bemerkt, daß die soeben entwickelten Formeln nur zur Berechnung des Zuwachsprocentes der letzt verflossenen n Jahre dienen sollen. Handelt es sich aber darum, das Zuwachsprocent für die kommenden n Jahre zu bestimmen, dann muß natürlich aus der Breite der Zuwachsringe der letzten n auf die nächsten n Jahre geschlossen werden und die Zuwachsberechnung verliert noch mehr ihre sichere Grundlage. Nur soviel wird man ziemlich sicher annehmen können, daß wenn nicht wirthschaftliche Maßregeln den seitherigen Zuwachsgang wesentlich modifiziren, das künftige Zuwachsprocent kleiner als das seitherige sein wird.

Bezeichnet daher M die gegenwärtige, M_1 die künftige Holzmasse, D den gegenwärtigen und D_1 den künftigen Durchmesser des Baumes im Meßpunkt und n die Zuwachsperiode, so ist das künftige Zuwachsprocent $p^1 = \frac{M_1 - M}{M_1 + M} \times \frac{200}{n}$.

Ebenso werden sich, für den Fall daß weder Form- noch Höhenzuwachs erfolgt, die Volumen M_1 und M wie ihre Kreisflächen oder wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhalten und die Minimalformel für das künftige Zuwachsprocent wird sein:

$$p' = \frac{D^2_1 - D^2}{D^2_1 + D^2} \times \frac{200}{n}.$$

Setzt man auch hier wieder $D_1 - D = a_1$ und $\frac{D}{a'} = q_1$, oder $D = a_1 \cdot q_1$ und $D_1 = D + a_1 = a_1 \cdot q_1 + a_1 = a_1 (q_1 + 1)$, so geht letzte Formel über in:

$$p' = \frac{a_1^2 (q_1 + 1)^2 - a_1^2 \cdot q_1^2}{a_1^2 (q_1 + 1)^2 + a_1^2 \cdot q_1^2} \times \frac{200}{n} = \frac{(q_1 + 1)^2 - q_1^2}{(q_1 + 1)^2 + q_1^2} \times \frac{200}{n}.$$

Ganz in derselben Weise wie vorhin findet man für vorhandenen Höhewuchs und fehlenden Formzuwachs die Formel:

$$p' = \frac{(q_1 + 1)^3 - q_1^3}{(q_1 + 1)^3 + q_1^3} \times \frac{200}{n},$$

und durch arithmetische Interpolation gerade wie vorhin (Seite 385) noch drei weitere analoge Formeln für die Zwischenstufen. Auch für diese fünf Formeln hat **Preßler** für die gegebenen relativen Durchmesser die njährigen Zuwachsprocente fertig in einer Tafel berechnet, dieselben aber zur leichteren Unterscheidung mit „njähriges Massenzuwachsprozent **vorwärts**“ bezeichnet, während die sich auf den Zuwachs der verflossenen Zuwachsperiode beziehenden Zahlen mit „njähriges Massenzuwachsprocent **rückwärts**“ überschrieben sind.

In der ersten Auflage dieser Schrift behandelten wir noch die **König**'schen Ansichten über Ermittlung der Massenzuwachsprocente, welche zu den Preßler'schen Anschauungen offenbar die Grundlage abgaben, in ziemlichem Umfange. Die König'sche Zuwachslehre findet sich schon in Laurop's Jahrbüchern, III. Heft von 1823, sie ging von da in die verschiedenen Auflagen der König'schen Forstmathematik und in seine forstlichen Hilfstafeln über. Die König'schen Formeln gründen sich auf die weit umständlichere Umfangsmessung, die ganze Darstellung derselben ist unklar und schwulstig, so daß wir den Preßler'schen Entwicklungen, welche sich auf die Stammdurchmesser gründen, überdies verschiedene Zusätze und Verbesserungen enthalten, den Vorzug einräumen. Wir hoffen daher, daß die Weglassung der **König**'schen Zuwachslehre in dieser Schrift uns nicht zum Vorwurfe gemacht werde, denn etwas muß von Zeit zu Zeit aufgeräumt werden, wenn sich nicht allzu viel altes und wenig brauchbares Material in einer Wissenschaft anhäufen soll.

5. Von der Zuwachsermittlung nach dem Gesammtaltersdurchschnittszuwachs.

§. 68.

Wie schon §. 60. B. 2. d. bemerkt wurde, findet man den Gesammtaltersdurchschnittszuwachs, wenn man die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes oder Bestandes durch dessen Alter dividirt. Hat ein Baum z. B. im 50. Jahre 2,60 Festmeter Holzmasse, so ist sein Durchschnittszuwachs $\frac{2,60}{50} = 0,052$ Festmeter; hätte er aber im 60. Jahre 3,30 Festmeter, so wäre sein Durchschnittszuwachs in diesem Jahre $= \frac{3,30}{60} = 0,055$ Festmeter u. s. w.

Dürfte man nun annehmen, der gegenwärtige Gesammtalters-Durchschnittszuwachs des 60jährigen Baumes (0,055 Festmeter) käme dem künftigen durchschnittlichen Zuwachs einer gewissen Lebensperiode etwa vom 60. bis 70. Jahre gleich, so hätte man hiermit das allereinfachste Verfahren für die Berechnung des periodischen Zuwachses gefunden, denn man wüßte, der jetzt 60jährige Baum würde in etwa 10 Jahren $0,055 \times 10 = 0,55$ Festmeter zuwachsen, also im 70. Jahre eine Masse von $3,30 + 0,55 = 3,85$ Festmeter besitzen.

Wir wollen nun noch kurz betrachten, unter welchen Verhältnissen diese Annahme gemacht werden darf, ohne die Richtigkeit und Brauchbarkeit des Resultats für praktische Zwecke wesentlich zu beeinflussen. Die Lösung dieser Frage ist an das Verhältniß geknüpft, welches zwischen dem laufendjährigen und Gesammtalters-Durchschnittszuwachs besteht, worauf wir in §. 60. C. schon hingewiesen haben.

Aus jener Betrachtung ging im Allgemeinen hervor, daß in den ersten Lebensperioden der jährliche Zuwachs sehr gering sei, dann allmälig zu steigen beginne, endlich noch etwas vor oder bei etwas lichterer Stellung wohl erst mit der Mannbarkeit sein Maximum erreiche und von hier an erst langsamer und dann wieder rascher falle. Wir haben ferner gesehen, daß der Gesammtalters-Durchschnittszuwachs zwar auch von Anfang an und zwar zuerst rascher, dann vor der Mannbarkeit langsamer steige, dann endlich

mit derselben oder etwas später sein Maximum erreiche und hierauf wieder ganz allmälig abnehme; daß er aber bis zu seinem Maximum kleiner als der laufendjährige Zuwachs sei, dieser aber nachher langsam unter den Gesammtalters-Durchschnittszuwachs herabsinke.

Da dieses allgemeine Naturgesetz auf keinen willkürlichen Annahmen, wie viele der vorstehenden Methoden der Zuwachsschätzung, beruht, so ist klar, daß man den njährigen Zuwachs mittelst Aufrechnung des nfachen Gesammtalters-Durchschnittszuwachses für die praktischen Zwecke der Waldertrags-Regelung mit hinreichender Genauigkeit namentlich für diejenige Periode wird finden müssen, in welcher der Baum oder Bestand in seinem Mannbarkeitsalter steht. Da aber der laufendjährige mit dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs auch noch einige Zeit vor und geraume Zeit nach dem Mannbarkeitsalter nahe zusammenfällt, so kann das Verfahren auch noch in diesen Fällen mit gutem Erfolge angewendet werden.

Die Zuwachsverhältnisse einzelner Bäume weichen zwar von denjenigen ganzer Bestände namentlich in so fern merklich ab, als bei ersteren der laufende Zuwachs länger steigend bleibt, da wir aber hier doch den Einzelbaum mehr in seinem Verhältniß zum Bestande betrachten, so haben wir namentlich die Wachsthumsverhältnisse der Bestände in's Auge gefaßt.

Wo es sich daher nur um die Aufrechnung eines 10 bis höchstens 20jährigen Zuwachses bei nahe haubarem und haubarem Holze handelt, und dies ist gerade der Fall, welcher in der Praxis am häufigsten vorkommt, und man besitzt keine brauchbaren Zuwachs- oder Ertragstafeln, auf welche wir im §. 70 zurückkommen, so halten wir die Aufrechnung des gegenwärtigen Durchschnittszuwachses, für so viele Jahre, als der Baum (oder Bestand) noch wachsen soll, auch jetzt noch für das einfachste und vernünftigste Verfahren. Besonders alten oder im Lichtschlage stehenden Bäumen, Oberständern u. s. w. kann man nach erfahrungsmäßig gesammelten Zuwachsprocenten ihren Zuwachs aufrechnen, wenn man denselben nicht als eine Reserve betrachten und ganz außer Rechnung lassen will. Sollte nach diesen Verfahrungsweisen auch ein kleiner Fehler begangen werden, so übersehe man dabei nicht, daß dieser mit der ganzen vorhandenen Holzmasse verglichen, welche etwa in den nächsten 10 oder 20 Jahren zum Hiebe gelangt, fast verschwindend klein sein wird und daß andere Verfahren bei weit größerer Mühe

und vielem Zeitaufwand in den meisten Fällen nichts besseres zu leisten vermögen. Man nehme die gegenwärtig vorhandenen Bestandesmassen nach den zuverlässigsten Methoden auf, dann kann schon eher ein kleiner Fehler in der Zuwachsberechnung zugestanden werden. Nicht zu verantworten ist aber eine unzuverlässige, oberflächliche Bestandesschätzung, welche durch die komplicirteste Zuwachsmethode in Bezug auf Feststellung des richtigen Fällungsetats nicht mehr reparirt werden kann. Nicht ohne guten Grund empfehlen daher auch viele Waldertrags-Regelungs-Instruktionen die Aufrechnung des Durchschnittszuwachses zur alleinigen Anwendung. Wir kommen auf diesen Gegenstand im folgenden Abschnitte nochmals zurück.

Zweiter Abschnitt.

Von der Zuwachsermittlung der Bestände.

I. Von der Zuwachsermittlung der Bestände im Allgemeinen.

§. 69.

Nachdem wir die Berechnung des Zuwachses an einzelnen Bäumen nach den wichtigsten Methoden in genügendem Umfange besprochen haben, können wir uns bei der Zuwachsermittelung für ganze Bestände, welche sich in vielfacher Hinsicht auf diejenige einzelner Bäume zurückführen läßt, weit kürzer fassen.

Wollen wir in der vorliegenden Aufgabe ganz klar werden, so müssen wir uns zunächst die Frage stellen: in welchen Verhältnissen des forstwirthschaftlichen Betriebes kommt die Zuwachserforschung ganzer Bestände vorzugsweise vor?

Die größte Bedeutung hat die Lehre von dem Zuwachse bei Ertragsregelungs-Geschäften (Forsteinrichtungen). Würden die hierher gehörigen Arbeiten alle nach ein und derselben Methode ausgeführt, so ließe sich wohl auch für die Zuwachserforschung ein einziges gemeinsames Verfahren auffinden. Eine Vereinigung der Ansichten, obgleich im Bereiche der Möglichkeit liegend, wurde aber bis jetzt noch nicht erreicht, wird auch zunächst nicht erlangt werden. Wir glauben aber die verschiedenen Regelungsmethoden, hinsichtlich der Frage über den Zuwachs, in vier Klassen bringen zu können, nämlich:

A) Diejenigen Methoden, bei welchen, wie z. B. bei dem Massenfachwerk, die künftigen Erträge aller Bestände — auch der jüngsten — an das Ende der Umtriebszeit (Einrichtungszeit) berechnet werden. Bei hundertjährigem Umtriebe kommt man hierbei z. B. in die Lage, einen jetzt etwa 15jährigen Bestand auf diejenige Masse ansprechen zu müssen, welche derselbe zur Zeit seiner muthmaßlichen Haubarkeit etwa im 100. Jahre abzuwerfen ver-

spricht. Es wäre dem Bestand daher ein 100 — 15 = 85jähriger Zuwachs aufzurechnen. Keine der im vorigen Abschnitte beschriebenen Methoden für einzelne Bäume ist hierzu geeignet, da alle nur für kurze Zeiträume von 10 bis höchstens 20 Jahren Giltigkeit haben. Diese Aufgabe kann nur mittelst Zuwachs- oder Ertragstafeln gelöst werden, von welchen wir im folgenden Paragraphe handeln werden.

B) Diejenige Methode, bei welcher, wie z. B. bei dem kombinirten Fachwerke, etwa mittelst Aufstellung eines Haupt-Wirthschaftsplanes, die in den nächsten 10 oder 20 Jahren zum Anhieb und Abtrieb gelangenden Bestände voraus bestimmt, deren gegenwärtige Holzmasse speziell aufgenommen und jedem Bestande der zu erwartende Zuwachs noch für so viele Jahre hinzugefügt wird, als derselbe muthmaßlich noch wachsen wird. Hierbei kann es sich daher unter allen Umständen nur um die Aufrechnung eines 1—20jährigen (durchschnittlich 10jährigen) Zuwachses handeln, so daß nöthigen Falls alle im vorigen Abschnitte beschriebenen Methoden in Anwendung kommen können. Selbstverständlich wird man aber einem Verfahren den Vorzug geben, welches bei größter Einfachheit ein für den vorliegenden Zweck genügendes Resultat in Aussicht stellt.

Nun aber leiden die Methoden der Zuwachsermittlung nach dem Sektionsverfahren, nach Formzahlen, nach König und Preßler neben ihrer Umständlichkeit und den bereits am betreffenden Orte gerügten Mängeln auch noch an einem gemeinsamen Gebrechen, was erst bei der Zuwachsermittlung der Bestände hervortritt.

Angenommen, man solle nach der einen oder andern dieser Methoden den künftigen Zuwachs eines Bestandes für eine Anzahl Jahre berechnen, so könnte dieses z. B. bei regelmäßigen Beständen in der Art geschehen, daß man den Zuwachs an einem mittleren Modellstamme ermittelte und die erhaltene Größe etwa mit der Stammzahl des Bestandes multiplizirte. Wird aber der Zuwachs dieses Einzelstammes auch dem Zuwachs des ganzen Bestandes wirklich genau entsprechen? Abgesehen davon, daß man hierbei vom Kleinen auf's Große und nicht vom Großen auf's Kleine schließt, so glauben wir noch aus einem andern Grunde, gestützt auf die Ansichten G. Heyer's und Karl's, diese Frage verneinen zu müssen. Der jetzige Mittelstamm gehörte jedenfalls vor

n Jahren zu den herrschenden und wird nach n Jahren sicher zu den unterdrückten Stämmen gehören, er ist also in Bezug auf die Zuwachsfrage nicht der wahre Mittelstamm. Es sind also auch in dieser Beziehung kleinere oder größere Fehler unvermeidlich.

Wir glauben daher auch in diesem Falle die Aufrechnung des Durchschnittszuwachses (§. 68) und in selteneren Fällen, wenn es sich z. B. um Zuwachsermittlungen von Hölzern handelt, welche eine längere Reihe von Jahren im Samen- und Lichtschlage stehen, die Rechnung nach Prozenten (§. 67. A) um so mehr befürworten zu können, als es sich hier meist um haubare oder nahe haubare Bestände handelt, das Verfahren äußerst einfach ist, ein kleinerer Fehler kaum einen Einfluß auf den künftigen Fällungsetat hat, und die in mehreren Instruktionen über Betriebsregulirung zur Vorschrift erhobene Methode sich auch bereits als praktisch und hinreichend genau bewährt hat.

C) Diejenigen Methoden, welche, wie z. B. die österreichische Cameraltaxe und das K. Heyer'sche Verfahren, die Holzvorräthe und Abtriebserträge nach dem aus dem Abtriebsalter abgeleiteten Haubarkeits-Durchschnittszuwachse berechnen. Hier ist die Zuwachsberechnung am allereinfachsten, ein jetzt 15jähriger Bestand hat die 15fache, ein 40jähriger die 40fache Masse des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses u. s. w. Um jedoch bei verschiedenen Bonitäten den richtigen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs jüngerer Bestände richtig ansprechen zu können, wird man auch hier — eine genaue Arbeit vorausgesetzt — Ertragstafeln nicht umgehen können.

D) Diejenige Methode, bei welcher an die Stelle der seither fast allgemein durchgeführten Massen-Geldwirthschaft künftig eine reine Geldwirthschaft in der Art treten soll, daß die Bestände in dem Momente als hiebsreif erklärt werden, in welchem die in ihnen niedergelegten Kapitalien nicht mehr ein gewisses Procent (3—4 %) Zinsen abwerfen. Diese Methode, nicht ganz richtig Reinertragswirthschaft genannt, weil auch die seitherige Massen-Geldwirthschaft nach möglichst hohen nachhaltigen Erträgen strebte, bedarf wenigstens zur Begründung eines Theils ihrer Lehre, des Quantitäts- (Massen-), Qualitäts- und Theuerungszuwachsprocentes und ist deßhalb in so fern auf die §. 67. B entwickelte Procentrechnung in Bezug auf Bestandeswirthschaft angewiesen. Diese sogenannte Reinertragstheorie vermochte sich aber bis jetzt in den Forsten

Deutschlands, mit Ausnahme vom Königreich Sachsen, nur ganz wenig Eingang zu verschaffen und auch die österreichischen Forstwirthe, welche im Hinblick auf das prophezeite goldene Kalb, das sie gerne angebetet hätten, hie und da die Methode einzuführen versuchten, überzeugen sich in neuester Zeit immer mehr, daß mit der Preßler'schen Lehre gerade in dem industriell weniger entwickelten Oesterreich zur Zeit noch wenig zu machen sei. Zu kahlen Bergen hat das Aushängeschild der Reinertragslehre allerdings schon vielfach geführt!

Fassen wir daher die vorstehenden Bemerkungen zusammen, so gelangen wir zu dem Resultate, daß wir, die verschiedensten Regelungsmethoden vorausgesetzt, mit der Zuwachsschätzung der Bestände nach Ertragstafeln und nach dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs und in bis jetzt noch vereinzelten Fällen nach C und D mit der Rechnung nach Procenten im Sinne des §. 67 vollständig ausreichen.

Diesen Methoden wollen wir daher zum Schluß noch eine kurze Besprechung widmen. Wo es sich um genaue Zuwachsbestimmung an einzelnen Bäumen für wissenschaftliche Zwecke handelt, kann natürlich nur das Sektionsverfahren mit Erfolg in Anwendung kommen.

II. Von den verschiedenen Methoden der Zuwachsermittlung der Bestände.

1. Von der Zuwachsschätzung nach Ertragstafeln.

§. 70.

Wir haben bereits §. 59. A kurz bemerkt, daß man unter Ertrags-, Zuwachs- oder Waldbestandstafeln übersichtliche tabellarische Zusammenstellungen versteht, welche pro Flächeneinheit (Hektar, Joch) die Haubarkeitsmasse, vom jüngsten bis zum höchsten Lebensalter hin, für jede Holz- oder Betriebsart, für verschiedene Bonitätsstufen und für normale Bestandes-Verhältnisse enthalten. Die Ertragstafeln stellen daher den Wachsthumsgang der Bestände in den verschiedenen Lebensaltern klar dar, und dienen verschiedenen Zwecken der Waldwerthberechnung, zur Ermittlung der gegenwärtigen Holzvorräthe, vorzugsweise aber zur Bestimmung künftiger Holz-

erträge, d. h. zur Ermittlung des Zuwachses der Bestände bis zur Zeit ihres Abtriebes und in Verbindung hiermit natürlich auch zur Berechnung der Zuwachsprocente der Bestände.

Der Zuwachsgang normaler Holzbestände ist nicht allein nach Holzarten verschieden, er wechselt auch bei gleicher Holzart nach Standortsverhältnissen oder Bonitäten und ist daher in den verschiedenen Lebensaltern kein ähnlicher. Es tritt z. B. der höchste Durchschnittszuwachs unter schlechten Standorts-Verhältnissen früher als unter besseren ein. Aus diesem Grunde genügt auch nicht die Aufstellung einer einzigen Ertragstafel für jede Holzart, sondern es müssen deren mehrere und um so mehr aufgestellt werden, je mehr die Standortsverhältnisse von einander abweichen. Cotta unterschied bekanntlich für jede Holzart 10 Bonitätsstufen, andere empfehlen nur 5, noch andere sogar nur 3 Klassen.

Folgte die Massenmehrung unserer Holzbestände genau dem Gesetze einer arithmetischen Reihe, so gehörte die Aufstellung von Ertragstafeln zu den einfachsten Dingen, man brauchte nur die Differenz dieser Reihe zu ermitteln, um nach derselben alle Glieder der Ertragstafel vom jüngsten bis zum höchsten Alter feststellen zu können. Wir haben zwar gesehen, daß der Holzwuchs ziemlich dem Gesetze einer arithmetischen Regel folgt, immerhin sind aber die Differenzen zwischen den einzelnen Gliedern noch so verschieden, daß man nach ihnen nicht wohl die Ertragstafeln konstruiren kann, ohne für die Praxis Fehler von größerer Bedeutung zu begehen. Dieses Verfahren ist daher unstatthaft.

Der sicherste Weg, genaue und der Natur entsprechende Ertragstafeln aufzustellen, ist der, daß man junge unter normalen Verhältnissen erzogene Bestände, welche verschiedenen Bonitäten angehören, auswählt, deren gegenwärtige Masse auf der Flächeneinheit mit aller Genauigkeit aufnimmt und diese Aufnahme etwa von 5 zu 5 Jahren wiederholt. Auf diese Weise könnte man nach Ablauf einer Umtriebszeit Ertragstafeln aller Holzarten und Bonitäten erhalten. Verschiedene Regierungen haben daher auch schon seit einer Reihe von Jahren die Anlage solcher Versuchsstellen angeordnet und die forstlichen Versuchsanstalten haben sich desselben Gegenstandes in neuester Zeit angenommen. Allerdings dauert es auf diese Art lange, bis man zu besseren Ertragstafeln gelangt und deßhalb wird man zunächst verschiedenalterige Bestände in eine

Tafel vereinigen und sich mit dem begnügen müssen, was sich eben aus der Bearbeitung des vorhandenen Materials machen läßt.

Deßhalb sind auch die bis jetzt vorhandenen Ertragstafeln meistens aus verschieden alten Beständen, von welchen man jedoch vermuthete, daß sie gleichen Bonitäten angehören, zusammengesetzt und die fehlenden Zwischenglieder durch Interpolation gefunden worden. Viele derselben zeigen daher noch wesentliche Lücken und Mängel.

Die Waldertragsregelung gibt hinsichtlich der Konstruktion von Ertragstafeln Anleitung. Man vergleiche in dieser Beziehung auch E. Heyer „Ueber die Aufstellung von Ertragstafeln" in der Allgem. Forst- u. Jagdz. von 1857.

Unsere Aufgabe kann hier nur darin bestehen, zu zeigen, wie man mittelst vorhandener Ertragstafeln aus der gegenwärtigen Masse der Holzbestände den künftigen Ertrag derselben bestimmen kann. Wir theilen in dieser Beziehung in der Hauptsache die Ansichten, welche G. Heyer in seiner Schrift „Ueber die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände" im Jahre 1852, und später (1856) in seinem Lehrbuche der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie (Seite 536 bis 544) ausgesprochen hat.

Legen wir z. B. folgende von Preßler in seinen holzwirthschaftlichen Tafeln zusammengestellte „Allgemein deutsche Normal-Ertragstafel für Fichten" zu Grunde. Ob dieselbe ganz richtig ist, bleibt für unsere folgende Betrachtung gleichgiltig.

Fichte					
Bonität	I. Ausgezeichnet	II. Sehr gut	III. Gut	IV. Mittelmäßig	V. Schlecht
Alter	Festmeter pro Hektar				
10	34	30	25	20	15
20	109	91	73	55	36
30	214	176	138	100	61
40	340	277	213	150	86
50	479	387	295	203	110
60	624	501	378	256	133
70	769	615	462	309	155
80	909	726	543	360	176
90	1041	829	618	407	195
100	1162	924	687	450	212
110	1269	1008	748	488	227
120	1359	1079	799	519	239

Wäre nun die Frage zu lösen, welchen Abtriebsertrag ein gegenwärtig 70jähriger Bestand im 100. Jahre habe, so wäre dies nach vorstehender Ertragstafel leicht möglich, wenn man wüßte, welcher der fünf Bonitätsklassen unser fraglicher Bestand angehöre; denn harmonirte er z. B. mit der III. Klasse, so wäre sein Ertrag pro Hektar im 100. Jahre 687 Festmeter und derjenige eines 10 Hektar großen Bestandes 6870 Festmeter.

Nach dem jetzigen Standpunkte der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie ist aber kein Mensch im Stande, aus der Untersuchung der einzelnen Faktoren der Standortsgüte mit Bestimmtheit auf den künftigen Ertrag des Bestandes zu schließen, d. h. genau anzugeben, in welche Bonitätsklasse man den Bestand zu setzen hat. Es ist dies namentlich bei dem Gebrauche fremder Ertragstafeln, insbesondere bei sogenannten Normalertragstafeln für ganz Deutschland(!) auch schon deßhalb um so schwieriger, weil die Ausdrücke, schlecht, mittelmäßig, gut u. s. w. nur relativ sind, und sich unmöglich so genau charakterisiren lassen, daß sie dem Fremden ganz anschaulich und verständlich würden.

Aus diesem Grunde muß immer mehr auf die Aufstellung von Lokalertragstafeln hingearbeitet werden.

Die K. W. forstliche Versuchsanstalt hat in dieser Richtung bereits den Anfang gemacht. Sie hat in den letzten zwei Jahren eine Menge Bestände verschiedenen Alters in dem Fichtengebiet Oberschwabens (Schuttland in der Bodenseegegend) zum Zwecke der Aufstellung von Lokalertragstafeln aufgenommen und sich hierbei überzeugt, daß die Ausscheidung von zwei Bonitäten (I. und II.) in diesem Waldgebiet für die Praxis genügt und daß die Bestandeshöhen gleich alter Bestände zur Beurtheilung der Bonität einen sehr sicheren Anhalt geben, so daß es hier jedenfalls leicht fallen wird, künftig die vorhandenen Bestände in die zwei Bonitäten einzureihen. Wir hoffen noch in diesem Jahre für die Fichte Oberschwabens zwei Ertragstafeln provisorisch aufstellen zu können, denen weitere aus andern Waldgebieten folgen sollen, die dann nach Verlauf von fünf Jahren schon einer bedeutenden Verbesserung fähig sein werden.

Trotz der berührten Schwierigkeiten läßt sich die Frage für die Praxis mit genügender Schärfe lösen, wenn man sich nämlich bei der Einschätzung des fraglichen Bestandes in die richtige Ertragstafel weniger an äußere Eindrücke der einzelnen Faktoren des Standorts, sondern an die Masse, welche letzterer erzeugt hat, und nebenbei auch an die Bestandeshöhe selbst hält. In der in einem gewissen Alter in einem normalen Bestande producirten Masse drücken sich nämlich

die verschiedenen Faktoren in einem Ansatze aus, sie kann als das Produkt der Wirkung sämmtlicher Faktoren des Standortes angesehen werden, selbst solcher, welche auf eine uns unbegreifliche und unmeßbare Art bei dem Pflanzenwuchs thätig sind.

Es bleibt unbestritten, daß auch bei der Bonitirung eines Bestandes nach Maßgabe der vorhandenen Holzmasse noch Fehler möglich sind; denn es ist denkbar, daß zwei Bestände, welche verschiedene Standortsgüten besitzen, eine Zeit lang in ihren Wachsthums-Verhältnissen ganz gleichen Schritt halten können und sich erst später merklich entfernen, indem der eine plötzlich im Wuchs zurückbleibt, der andere aber stark voraneilt. Ein solcher Fall ist z. B. in zwei Beständen möglich, welche sonst in allen Standorts-Verhältnissen gleich, aber nur in einem Faktor, z. B. der Tiefgründigkeit, verschieden sind. Diese Bestände zeigen vielleicht bis zum 50. Jahre ganz gleichen Wuchs, Jedermann spricht den Standort beider als gleich ein, da gelangen die Wurzeln der einen plötzlich auf eine unfruchtbare Thon- oder Felsschicht, der Bestand bleibt in Folge dieses gegen den andern merklich zurück, die Verschiedenheit des Standorts hat sich erst in späteren Jahren ausgeprägt.

Auf diese Wahrnehmung gestützt, glauben wir, um die Wahrscheinlichkeit der richtigen Auswahl der Ertragstafel für einen fraglichen Bestand möglichst groß zu machen, wie G. Heyer, drei verschiedene Fälle unterscheiden zu können, nämlich:

A) Der Bestand steht entweder im Mannbarkeitsalter, oder er hat dasselbe überschritten, oder er steht kurz vor demselben;

B) Der Bestand steht nur im mittleren Alter; und

C) Der Bestand ist noch ganz jung, oder es handelt sich um die Bestimmung des künftigen Haubarkeits-Ertrages einer Blöße.

ad A. Steht der Bestand im oder kurz vor dem Mannbarkeitsalter, oder hat er dasselbe bereits überschritten, so kann man mit sehr großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sich die Faktoren in dem vorhandenen Holzvorrathe schon deutlich ausgesprochen haben und daß künftig in dem normalen Wuchs keine Aenderungen mehr eintreten, welche der Standortsgüte noch einen anderen Charakter verleihen könnten. In diesem Falle ist daher die Bonitirung,

d. h. die Aufsuchung der richtigen Ertragstafel für den fraglichen Bestand am einfachsten und sichersten. Man hat nur nöthig, neben dem Alter die gegenwärtige Holzmasse des normalen Bestandes pro Flächeneinheit zu ermitteln und nun in den verschiedenen Ertragstafeln für die fragliche Holzart nachzusehen, welche mit der Bestandesmasse in demselben Alter übereinstimmt. Angenommen, ein 80jähriger Fichtenbestand enthalte pro Hektar 726 Festmeter, so würde derselbe mit der II. Bonitätsklasse „sehr gut" vorstehender Ertragstafel ganz übereinstimmen. Da nun der Wachsthumsgang unseres fraglichen Bestandes mit dem der Ertragstafel II. bis zum 80. Jahre hinsichtlich der Masse ganz derselbe gewesen ist, so kann man fast mit voller Bestimmtheit annehmen, daß er auch bis zum 100. Jahre noch der nämliche bleiben und daher unser Bestand, dessen Zuwachs ermittelt werden soll, im 100. Jahre nach der Ertragstafel II gleichfalls eine Masse von 924 Festmeter besitzen oder zwischen dem 80. und 100. Jahre um 924 — 726 = 198 Festmeter zuwachsen wird. Ist der Bestand nur stellenweise normal, hat er also in Folge dessen im Ganzen eine geringere Holzmasse pro Hektar, so muß natürlich auch an dem Zuwachs ein entsprechender Abzug gemacht werden.

Es ist klar, daß es sich, im Falle man wie in vorstehender Tafel nur 5 Klassen annimmt, leicht ereignen kann, daß man für den Bestand, dessen Zuwachs bestimmt werden soll, keine Tafel findet. Dieser Fall wäre z. B. vorhanden, wenn man einen Bestand hätte, dessen Masse im 70. Jahre z. B. 370 Festmeter betrüge, denn alsdann fiele derselbe zwischen die III. und IV. Bonitätsklasse hinein. Hier existirt eigentlich für den in Frage stehenden Bestand keine Ertragstafel; man wird aber keinen großen Fehler begehen, wenn man annimmt, daß derselbe auch in Zukunft, für welche man dessen Masse bestimmen will, noch zwischen die beiden Klassen hineinfällt.

G. Heyer bemerkt z. B. in seiner Schrift über Massenaufnahme u. s. w. zum Beweise, daß in älteren Beständen selten noch eine wesentliche Veränderung der Standortsverhältnisse bemerkbar ist, auf Seite 128 folgendes:

„Die Stabilität des Durchschnittszuwachses, der kurz vor der Mannbarkeit nur langsam steigt, dann längere Zeit hindurch sich gleich bleibt und hierauf ganz allmälig fällt, deutet schon darauf hin, daß die im Boden und in der Atmosphäre thätigen Kräfte vor dem Mannbarkeitsalter sich schon ausgesprochen haben."

ad B. Besitzt der Bestand nur ein mittleres Alter, steht also noch um eine namhafte Größe unter der Mannbarkeit, alsdan leistet die gegenwärtige Haubarkeitsmasse bei der Aufsuchung de richtigen Ertragstafel zwar noch wesentliche Dienste, reicht abe unter Umständen allein nicht mehr aus; denn es kann, wie bereit erwähnt, recht gut vorkommen, daß die Wachsthums-Verhältniss zweier Bestände bis zum mittleren Alter ganz gleich bleiben, abe später, durch das Hinzutreten eines neuen Faktors der Standorts-güte, erst merklich von einander abweichen. In solchen Fällen muß man daher auch die Standorts-Verhältnisse untersuchen und diese und die Massen-Ergebnisse den Angaben der Ertragstafel gegen-überstellen. Stimmen dann die Standorts-Verhältnisse und die Erträge eines mittelalten Bestandes mit denen einer Ertragstafel überein, so kann man überzeugt sein, daß auch der künftige Wachs-thumsgang beider aller Wahrscheinlichkeit nach derselbe bleiben, mithin der fragliche Bestand in jedem beliebigen späteren Alter einen der Ertragstafel gleichen Ertrag abwerfen wird.

Viele Ertragstafeln enthalten gar keine Charakteristik der Stand-orts-Verhältnisse, weil letztere sich doch nicht für Fremde hinreichend genau und verständlich schildern lassen. Es ist dies im vorliegenden Falle auch gar nicht nöthig, wenn man erst die älteren Bestände eines Wirthschaftsganzen bonitirt, d. h. für diese die Ertragstafel aufsucht. Stimmen dann die Standorts-Verhältnisse der mittel-alten Bestände mit denen der alten überein, und gilt dasselbe auch von der Masse in den jüngeren Jahren, so kann man für den mittelalten Bestand dann ohne Anstand die Ertragstafel des älteren wählen, in welchem sich die Standorts-Verhältnisse in der Holz-masse schon abgelagert haben. Trotzdem legen wir großen Werth darauf, daß man den nun aufzustellenden Ertragstafeln eine kurze Charakteristik des Standorts, insbesondere Höhe, Kreisflächensumme, Stammzahl ꝛc. beifügt.

ad C. Ist der Bestand noch ganz jung, oder handelt es sich um den künftigen Haubarkeits-Ertrag einer Blöße, alsdann bietet die Auffindung der richtigen Ertragstafel die größten Schwierigkeiten dar. Die gegenwärtig auf dem Bestande befindliche Holzmasse kann natürlich hier nicht entscheidend sein; denn in früher Jugend, wo die Wurzeln sich noch wenig verbreitet haben, und sich noch in den oberen fruchtbaren Erdschichten bewegen, kann der Pflanzenwuchs

auf einem guten Standorte derselbe, wie auf einem schlechten sein, die Unterschiede treten erst in späteren Jahren auffallender hervor. In solchen Fällen muß man sich vorherrschend an die Faktoren des Standorts halten, obgleich diese nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft noch zu Trugschlüssen Veranlassung geben können. Grenzt ein junger Bestand (oder eine Blöße) unmittelbar mit einem älteren Bestande zusammen, so ist auch die Wahrscheinlichkeit groß, daß derselbe mit diesem gleichen Standort besitzen und daher auch künftig gleichen Normalertrag liefern wird.

Wir müssen jedoch noch ausdrücklich bemerken, daß bei jungen Beständen oder Blößen ein Fehler in der Bonitirung von der geringsten Bedeutung ist, weil diese von der Haubarkeit noch sehr entfernt stehen. Sollte es sich nämlich im Laufe der Zeit, nach 20 oder 40 Jahren, zeigen, daß irgend ein junger Bestand früher mit einer falschen Ertragstafel eingeschätzt wurde, so kann dieser Fehler immer noch ohne Nachtheil für die Wirthschaft oder den nachhaltigen Ertrag des Waldes berichtigt werden.

2. Von der Zuwachsschätzung nach dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs und von dem progressiv abnehmenden Zuwachs.

§. 71.

Schon in §. 68 wurde bemerkt, daß die Zuwachsschätzung nach dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs nur da angewendet werden kann, wo die Bäume oder Bestände entweder in dem Mannbarkeitsalter oder nahe vor oder hinter demselben stehen. In der Praxis macht man daher von dieser Methode nur da Gebrauch, wo es sich darum handelt, zu der gegenwärtigen Holzmasse eines haubaren oder nahe haubaren Bestandes noch denjenigen Zuwachsbetrag hinzuzufügen, welcher voraussichtlich bis zum gänzlichen Abtrieb des Bestandes noch erfolgt.

Nimmt man beim Hochwaldbetriebe 20jährige Perioden an, so beschränkt sich bei verschiedenen Waldertrags-Regelungsmethoden die Zuwachsermittlung direkt nur auf die ältesten, im Laufe der nächsten 10 bis 20 Jahre zum Abtrieb gelangenden Bestände; es

kann sich also **mindestens** um die Aufrechnung eines **1jährigen**, höchstens aber um die Hinzufügung eines **20jährigen** Zuwachses zur gegenwärtigen Holzmasse handeln.

Das hierbei einzuhaltende Verfahren ist, bei Berücksichtigung der im §. 68 mitgetheilten Bemerkungen, ganz einfach. Angenommen, ein gegenwärtig 100jähriger Fichtenbestand auf gutem Standorte enthalte 9600 Festmeter und man beabsichtige, denselben noch 10 Jahre zuwachsen zu lassen, ihn aber dann kahl abzutreiben, so wird die Masse desselben nach 10 Jahren wie folgt bestimmt: Man theilt die gegenwärtige Holzmasse durch das Alter und erhält dann $\frac{9600}{100}$ = 96 Festmeter als durchschnittlich jährlichen Gesammtzuwachs, was in 10 Jahren $96 \times 10 = 960$ Festmeter Zuwachs macht; der Bestand wird also nach 10 Jahren $9600 + 960 = 10560$ Festmeter liefern. Würde der Bestand aber noch 15 Jahre stehen, so wäre dessen Zuwachs innerhalb dieser Periode $96 \times 15 = 1440$ Festmeter.

Man sieht, das Verfahren ist äußerst einfach und bei nicht allzuweit vor oder hinter der Mannbarkeit stehenden Beständen auch hinreichend sicher; jedenfalls genügt es für die vorliegenden Bedürfnisse der Praxis vollständig. Handelt es sich um die Zuwachsbestimmung eines Bestandes, der dem Augenscheine nach in der ihm noch gestatteten Lebensfrist merklich im Zuwachs nachzulassen verspricht, so kann man an dem Durchschnittszuwachs einen verhältnißmäßigen Abzug eintreten lassen, die im vorigen Abschnitte geschilderten Methoden haben auch in diesem Falle vor dem einfachen Durchschnittszuwachs-Verfahren keinen namhaften Vorzug.

Beim Hochwaldbetriebe und insbesondere da, wo eine natürliche Verjüngung der Bestände mittelst Stellung von Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen erfolgt, hält es oft sehr schwer, für die nächste 20jährige haubare Periode das Abtriebsalter ganz genau voraus zu bestimmen; es ist aus diesem Grunde auch schwierig, bei jedem Bestande genau die Anzahl Jahre anzugeben, für welche der volle jährliche Durchschnittszuwachs noch aufzurechnen ist.

Da mit den für die nächsten 20 Jahre zum Abtriebe vorgesehenen Beständen 20 Jahre lang gewirthschaftet werden soll, überdies meist die Nutzung einer jährlich gleich großen Masse

wünschenswerth erscheint, so ist klar, daß jährlich $\frac{1}{20}$ der für die 20 Jahre vorgesehenen Gesammtmasse zum Abtriebe gelangen muß. Die Bestände, welche das erste $\frac{1}{20}$ der Gesammtmasse bilden, werden daher auch nur 1 Jahr, diejenigen, welche das zweite $\frac{1}{20}$ der Gesammtmasse bilden, werden 2 Jahre u. s. w. und diejenigen, welche das neunzehnte $\frac{1}{20}$ bilden, werden 19 Jahre und endlich diejenigen, welche noch für das letzte $\frac{1}{20}$ der Gesammtmasse übrig bleiben, werden noch 20 Jahre zuwachsen. Es müßte hiernach dem ersten $\frac{1}{20}$ ein 1jähriger, dem zweiten $\frac{1}{20}$ ein 2jähriger u. s. w., dem neunzehnten $\frac{1}{20}$ ein neunzehnjähriger und dem letzten $\frac{1}{20}$ ein zwanzigjähriger Durchschnittszuwachs aufgerechnet werden, was aber nicht leicht möglich ist, weil, wie bemerkt, sich das Abtriebsalter der einzelnen Bestände nicht genau voraus angeben läßt.

Man wählt daher zum Zwecke der Beseitigung dieses Mißstandes vielfach folgendes abgekürzte Verfahren. Hält man nämlich an der Voraussetzung fest, daß während der nächsten Abtriebsperiode alljährlich gleich große Theile der gesammten Bestandesmasse abgeholzt werden und nimmt man ferner an, daß mit dieser jährlichen Verminderung der Bestandesmassen $\left(\text{etwa um } \frac{1}{20}\right)$ sich auch die Zuwachsbeträge jährlich in demselben Verhältnisse $\left(\text{etwa um } \frac{1}{20}\right)$ verringern werden, so kommt die Summe des Zuwachses der Abtriebsperiode der Summe einer fallenden arithmetischen Reihe gleich, deren erstes Glied a = dem Zuwachs der vollen Bestandesmasse im ersten Jahre, deren Gliederzahl n = der Anzahl Jahre der Abtriebsperiode und deren letztes Glied t = dem Unterschiede oder der Differenz d zwischen den einzelnen Gliedern ist. Da man nun die Summe S einer arithmetischen Reihe nach der Formel

$$S = (a + t) \cdot \frac{n}{2}$$

findet, so wird sich auch die Summe des Zuwachses während der njährigen Abtriebsperiode, welche man auch den **progressiv abnehmenden Zuwachs** nennt, nach dieser Formel finden lassen, wenn man nur die den Verhältnissen entsprechenden Werthe in dieselbe substituirt.

Man macht hierbei noch die für das Gesammtergebniß statthafte Annahme, daß jeder der Abtriebsperiode zugewiesene Bestand (obwohl dies in der Wirklichkeit anders ist) sich jährlich bei njährigen Perioden um $\frac{1}{n}$ verringern werde; berechnet daher den progressiv abnehmenden Zuwachs für jeden von einem andern abweichenden Bestande gesondert.

Beispiel: Der gegenwärtige Holzgehalt eines 100jährigen Bestandes wurde 9600 Festmeter gefunden, wie groß wird die Holzmasse dieses Bestandes nach Verlauf von 20 Jahren unter der Voraussetzung sein, daß jährlich $\frac{1}{20}$ der Bestandesmasse genutzt wird und der jetzige Durchschnittszuwachs bei Berechnung des progressiv abnehmenden Zuwachses zu Grunde gelegt werden soll.

Der Durchschnittszuwachs beträgt $\frac{9600}{100} = 96$ Festmeter, um welchen Betrag der Bestand im ersten Jahre zuwächst, d. h. es ist $a = 96$.

Wird nun die Bestandesmasse um $\frac{1}{20}$ vermindert, so muß sich für das nächste Jahr auch der Zuwachs um $\frac{1}{20}$ vermindern; war er daher nach Verlauf von 1 Jahr 96, so wird er nach Verlauf von 2 Jahren nur noch $96 - \frac{96}{20} = 96 - 4{,}8 = 91{,}2$ Festmeter sein und sich in der Weise fort jährlich um 4,8 Festmeter vermindern. Im 20. Abtriebsalter würden endlich $\frac{19}{20}$ der Bestandesmasse abgeholzt sein, daher auch der Zuwachs in diesem Jahre nur

noch 96 — $\frac{96 \times 19}{20}$ = 96 — 91,2 = 4,8 Festmeter betragen. Das letzte Glied t der Reihe ist daher = 4,8 *) und n = 20.

Die Summe des Zuwachses beträgt daher:

$S = (a + t) \cdot \frac{n}{2} = (96 + 4{,}8) \frac{20}{2} = 100{,}8 \times 10 = 1008$ Festmeter,

woraus die Holzmasse nach 20 Jahren 9600 + 1008 = 10608 Festmeter folgt.

Bei dieser Rechnung haben wir den günstigsten Fall angenommen, daß das erste $\frac{1}{20}$ nach Verlauf eines Jahres herausgenommen würde, es war dann $S = (a + t) \frac{n}{2} = \frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2} = 96 \cdot 10$ + 4,8 . 10 = 960 + 48 = 1008 Festmeter.

Nimmt man aber an, das erste $\frac{1}{20}$ werde gleich am Anfang (nicht am Ende) des Jahres herausgenommen, so wächst die Bestandesmasse nur noch 19 Jahre zu, das letzte Glied t wird daher = Null. Man hat dann:

$S = (a + t) \frac{n}{2} = (a + 0) \frac{n - 1}{2} = \frac{a \cdot n}{2} - \frac{a}{2}$; oder da $\frac{a}{2} =$

$= \frac{t \cdot n}{2}$, so ist auch

$S = \frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2} = 96 \cdot 10 - 4{,}8 \cdot 10 = 960 - 48 =$

= 912 Festmeter.

Zieht man von dem Werthe im ersten Falle: $\frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2}$ den Werth: $\frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2}$ im zweiten Falle ab, so erhält man als Differenz $t \cdot n = a = 4{,}8 \cdot 20 = 96$ Festmeter, d. h. beide Resultate weichen genau um einen vollen Jahreszuwachs a von einander ab.

Cotta machte daher den Vorschlag, daß man weder den einen

*) Da die Differenz der Reihe d natürlich gleich 4,8 ist, und für das letzte Glied die allgemeine Gleichung $t = a + (n - 1)\, d$ besteht, so ist offenbar $t =$ $96 + (20 - 1) \times - 4{,}8 = 96 + 19 \times - 4{,}8 = 96 - 91{,}2 = 4{,}8$.

Werth: $\frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2}$ noch den andern $\frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2}$, sondern den mittleren Werth $\frac{a \cdot n}{2}$ bei der Berechnung des progressiv abnehmenden Zuwachses zu Grunde legen solle. Es ergibt sich in diesem Falle für unser Beispiel ein Mittelsatz: $\frac{a \cdot n}{2} = 96 \cdot 10 = 960$ Festmeter.

Dieser Vorschlag Cotta's wird bis jetzt noch bei vielen Forsteinrichtungen aufrecht erhalten, d. h. man berechnet den Gesammtzuwachs für die Abtriebsperiode, indem man jedem derselben angehörigen Bestande den am Anfang der Periode vorhandenen Durchschnittszuwachs im vollen Betrage so oftmals zurechnet, als die halbe Periode Jahre zählt. Bei 20jährigen Perioden wäre dies ein 10jähriger voller Durchschnittszuwachs. Man nimmt hierbei an, daß alle Bestände der Abtriebsperiode das mittlere Alter der Periode erreichen würden. Diese Annahme ist zwar in Wirklichkeit nicht richtig; man erhält jedoch hiernach den Gesammtzuwachs aller Bestände zusammengenommen hinreichend richtig und hierauf kommt es natürlich bei Waldertrags-Regelungszwecken vorzugsweise an.

Findet in einem Wirthschaftsganzen (Reviere) Kahlschlagwirthschaft statt, so wird man in der Regel im Stande sein, diejenigen Bestände zu bezeichnen, welche in der ersten und diejenigen, welche in der zweiten Hälfte der Periode zum Abtrieb gelangen. Ein für den Einzelbestand etwas besseres Resultat ließe sich dann erreichen, wenn man den der ersten Periodenhälfte überwiesenen Beständen einen fünfjährigen, den Beständen der zweiten Periodenhälfte aber einen fünfzehnjährigen Zuwachs aufrechnete. Ja es ließe sich sogar vielleicht eine Viertheilung der Periode und dem entsprechend die Anrechnung eines $2^1/_2$, $7^1/_2$, $12^1/_2$ und $17^1/_2$jährigen Zuwachses durchführen.

3. Von der Zuwachsschätzung der Bestände nach Procenten.

§. 72.

In §. 70 wurde gezeigt, daß man sich bei denjenigen Ertragsregelungsmethoden, für welche selbst an ganz jungen Beständen die künftigen Abtriebserträge im Voraus berechnet werden müssen, am besten guter Ertragstafeln bedient. Handelt es sich aber nur um die Bestimmung des Zuwachses für die nächste Abtriebsperiode, dann genügt in der Regel die Aufrechnung des Gesammtalters-Durchschnittszuwachses nach §. 71. Mit diesen beiden Methoden reichte man seither in den meisten Fragen der Zuwachsberechnung für die Holzmassenwirthschaft aus.

Wenn wir hier noch von der Berechnung des Zuwachses nach Procenten reden, so geschieht es, weil diese Methode auch unter den Vertretern der alten Schule noch warme Anhänger zählt und weil die sogenannte Reinertragstheorie die Massenzuwachsprocente zur Ableitung des sogenannten Weiserprocentes nicht entbehren kann. Das Wesen des Verfahrens wurde bereits §. 67 besprochen. Wir empfahlen die Anwendung des Zuwachsprocentes für Zwecke der Massenwirthschaft, namentlich für die Zuwachsermittlung an Licht- und Abtriebsschlägen, weil man sich in solchen leicht Erfahrungen über die Zuwachsprocente sammeln kann. Auch für die Zuwachsbestimmung der Oberständer in Mittelwaldungen leistet dasselbe manchmal gute Dienste, namentlich wenn der aufzurechnende Zuwachs sich nur über eine kürzere Reihe von Jahren erstreckt und aus eigener Erfahrung gesammelte Zuwachsprocente in Anwendung kommen.

Angenommen, die gegenwärtige Masse eines Buchen-Lichtschlages wäre 3000 Festmeter, das erfahrungsmäßige Zuwachsprocent 1,5, so wäre der jährliche Zuwachs $\frac{3000 \times 1{,}5}{100} = 30 \times 1{,}5 = 45$ Festmeter, und wenn derselbe nach 4 Jahren gänzlich abgetrieben würde, so wäre dessen Zuwachs bis zu jener Zeit $45 \times 4 = 180$ Festmeter. Würde aber die eine Hälfte des Lichtschlages vielleicht schon nach 2 Jahren, die andere Hälfte aber nach 4 Jahren abgetrieben, so wäre der Gesammtzuwachs nur $45 \times 2 + 22{,}5 \times 2 = 90 + 45 = 135$ Festmeter.

Das Massenzuwachsprocent eines vollen Bestandes glaubt man (etwa zu den Zwecken der Reinertragstheorie) aus Modellstämmen des Bestandes richtig ableiten zu können. Daß man die bereits vorhandene, fertige Holzmasse eines Bestandes mittelst Modellstämmen genau bestimmen kann, wurde bereits gelehrt und unterliegt keinem Zweifel. Anders aber verhält es sich, wie bereits §. 69. B. auseinandergesetzt wurde, bei Massenzuwachsprocenten, indem die gegenwärtigen mittleren Modellstämme jedenfalls vor n Jahren nicht die richtigen waren und es ebenso nach n Jahren nicht sein werden. Man kann also aus dem jetzigen mittleren Modellstamm nicht die richtige Masse des Bestandes vor oder nach n Jahren ableiten. Etwas bessere Resultate wird man erhalten, wenn man statt an gleichen mittleren Modellstämmen, an Stärkeklassen-Modellstämmen den Zuwachs der letzten n Jahre zu bestimmen sucht; dann wird aber das Verfahren gleich umständlicher. Wir sind daher der Ansicht, daß man die Massenzuwachsprocente für geschlossene Bestände am besten mittelst Ertragstafeln bestimmt, indem man aus denselben die gegenwärtige Holzmasse M und diejenige m vor n Jahren ablieſt und dann nach den bereits bekannten Formeln

$$p = \left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right) 100 \text{ oder annähernd}$$

$$p = \frac{M - m}{M + m} \times \frac{200}{n}$$

das Bestandeszuwachsprocent ermittelt, was jedenfalls größere Zuverlässigkeit bietet, als die Ableitung desſelben aus wenigen Modellstämmen.

4. Von der Zuwachsschätzung der Bestände nach den bayerischen Massentafeln.

§. 73.

Oberförster Stahl bemerkt in dieser Beziehung auf der letzten Seite seines Schriftchens „Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume u. s. w.“ Folgendes:

„Beiläufig ist noch zu bemerken, daß mit Hilfe der Massentafeln der Zuwachs der Holzbestände genauer, leichter und schneller berechnet werden kann, als auf irgend eine andere Art. Bestimmt man nämlich an Musterbäumen, nach der Breite der

Jahrringe in Brusthöhe, um wie viel durchschnittlich jeder Stamm jeder Stärkeklasse in einer bestimmten Anzahl von Jahren im Durchmesser zunimmt, und nach den Höhentrieben, wie viel der Höhenwuchs in derselben Zeit betragen wird, so geben die Massentafeln ganz einfach an, wie viel Holzmasse durchschnittlich jeder Stamm alsdann enthält. Es darf nicht unterlassen werden, dabei auf eine in der Zeit etwa eintretende Verminderung der Stammzahl Rücksicht zu nehmen."

Im Grunde genommen läßt sich das hier vorgeschlagene Verfahren auf die Zuwachsschätzung stehender Bäume mittelst Formzahlen zurückführen und dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß man, namentlich wenn die Massentafeln erst einmal noch weiter ausgebildet vorliegen werden, auch in der angegebenen Weise auf ziemlich einfache Weise den seitherigen und künftigen Massenzuwachs wird bestimmen können.

Anhang.

Kreisflächen-Tabellen
für
Metermaß
in
Abstufungen von Millimeter zu Millimeter von 1 Millimeter bis zu 1000 Millimeter.

Gebrauchsanweisung.

Die nachstehenden Tabellen enthalten für Durchmesser für ganze Centimeter und Zehntheilen von Centimetern (Millimetern) die Kreisflächen durchweg in Quadratcentimetern. Da aber die Masseneinheit für Baum-, Bestandes- und Zuwachsschätzungen der Kubikmeter ist, so hat man die Kreisflächen in der Regel in Quadratmetern nothwendig. Zehntausend Quadratcentimeter sind aber gleich einem Quadratmeter. Will man daher die in den Tafeln stehenden Quadratcentimeter in Quadratmeter verwandeln, so braucht man dieselben nur mit 10000 zu dividiren oder das Komma um vier Stellen weiter links zu setzen. Wünscht man aber Quadratdecimeter, so setzt man das Komma zwei Stellen weiter links, bei Quadratmillimetern um zwei Stellen weiter rechts.

Beispiel: Ein Baum von 38,6 Centimeter hat nach den Tafeln 1170,2118 Quadratcentimeter = 11,702118 Quadratdecimeter = 0,11702118 Quadratmeter = 117021,18 Quadratmillimeter.

Die Tafeln sollen namentlich genaueren Holzmassenaufnahmen zu wissenschaftlichen Untersuchungen und Zuwachsberechnungen dienen, bei welchen man die Durchmesser bis auf Millimeter genau haben muß. Für weniger genaue Arbeiten lasse man eine entsprechende Anzahl Decimalstellen weg.

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
		4,0	12,5664	**8,0**	50,2655	**12,0**	113,0973
0,1	0,0078	1	13,2025	1	51,5300	1	114,9901
2	0,0314	2	13,8544	2	52,8102	2	116,8987
3	0,0707	3	14,5220	3	54,1061	3	118,8229
4	0,1257	4	15,2053	4	55,4177	4	120,7628
5	0,1963	5	15,9043	5	56,7450	5	122,7185
6	0,2827	6	16,6190	6	58,0880	6	124,6898
7	0,3848	7	17,3494	7	59,4468	7	126,6769
8	0,5026	8	18,0956	8	60,8212	8	128,6796
9	0,6362	9	18,8574	9	62,2114	9	130,6981
1,0	0,7854	**5,0**	19,6350	**9,0**	63,6173	**13,0**	132,7323
1	0,9503	1	20,4282	1	65,0388	1	134,7822
2	1,1310	2	21,2372	2	66,4761	2	136,8478
3	1,3273	3	22,0618	3	67,9291	3	138,9291
4	1,5394	4	22,9022	4	69,3978	4	141,0261
5	1,7671	5	23,7583	5	70,8822	5	143,1388
6	2,0106	6	24,6301	6	72,3823	6	145,2672
7	2,2698	7	25,5176	7	73,8981	7	147,4114
8	2,5447	8	26,4208	8	75,4296	8	149,5712
9	2,8353	9	27,3397	9	76,9769	9	151,7468
2,0	3,1416	**6,0**	28,2743	**10,0**	78,5398	**14,0**	153,9380
1	3,4636	1	29,2247	1	80,1185	1	156,1450
2	3,8013	2	30,1907	2	81,7128	2	158,3677
3	4,1548	3	31,1725	3	83,3229	3	160,6061
4	4,5239	4	32,1699	4	84,9487	4	162,8602
5	4,9087	5	33,1831	5	86,5901	5	165,1300
6	5,3093	6	34,2119	6	88,2473	6	167,4155
7	5,7256	7	35,2565	7	89,9202	7	169,7167
8	6,1575	8	36,3168	8	91,6088	8	172,0336
9	6,6052	9	37,3928	9	93,3132	9	174,3662
3,0	7,0686	**7,0**	38,4845	**11,0**	95,0332	**15,0**	176,7146
1	7,5477	1	39,5919	1	96,7689	1	179,0786
2	8,0425	2	40,7150	2	98,5203	2	181,4584
3	8,5530	3	41,8539	3	100,2875	3	183,8539
4	9,0792	4	43,0084	4	102,0703	4	186,2650
5	9,6211	5	44,1786	5	103,8689	5	188,6919
6	10,1788	6	45,3646	6	105,6832	6	191,1345
7	10,7521	7	46,5663	7	107,5132	7	193,5928
8	11,3411	8	47,7836	8	109,3588	8	196,0668
9	11,9459	9	49,0167	9	111,2202	9	198,5565

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
16,0	201,0619	**20**,0	314,1593	**24**,0	452,3893	**28**,0	615,7522
1	203,5831	1	317,3087	1	456,1671	1	620,1582
2	206,1199	2	320,4739	2	459,9606	2	624,5800
3	208,6724	3	323,6547	3	463,7698	3	629,0175
4	211,2407	4	326,8513	4	467,5946	4	633,4707
5	213,8246	5	330,0636	5	471,4352	5	637,9397
6	216,4243	6	333,2916	6	475,2916	6	642,4243
7	219,0397	7	336,5353	7	479,1636	7	646,9246
8	221,6708	8	339,7947	8	483,0513	8	651,4407
9	224,3176	9	343,0698	9	486,9547	9	655,9724
17,0	226,9801	**21**,0	346,3606	**25**,0	490,8739	**29**,0	660,5199
1	229,6583	1	349,6671	1	494,8087	1	665,0830
2	232,3522	2	352,9893	2	498,7592	2	669,6619
3	235,0618	3	356,3273	3	502,7255	3	674,2565
4	237,7871	4	359,6809	4	506,7075	4	678,8668
5	240,5282	5	363,0503	5	510,7052	5	683,4927
6	243,2849	6	366,4354	6	514,7185	6	688,1345
7	246,0574	7	369,8361	7	518,7476	7	692,7919
8	248,8456	8	373,2526	8	522,7924	8	697,4650
9	251,6494	9	376,6848	9	526,8529	9	702,1538
18,0	254,4690	**22**,0	380,1327	**26**,0	530,9292	**30**,0	706,8583
1	257,3043	1	383,5963	1	535,0211	1	711,5786
2	260,1553	2	387,0756	2	539,1287	2	716,3145
3	263,0220	3	390,5707	3	543,2521	3	721,0662
4	265,9044	4	394,0814	4	547,3911	4	725,8336
5	268,8025	5	397,6078	5	551,5459	5	730,6166
6	271,7163	6	401,1500	6	555,7163	6	735,4154
7	274,6459	7	404,7078	7	559,9025	7	740,2299
8	277,5911	8	408,2814	8	564,1044	8	745,0601
9	280,5521	9	411,8706	9	568,3220	9	749,9060
19,0	283,5287	**23**,0	415,4756	**27**,0	572,5553	**31**,0	754,7676
1	286,5211	1	419,0963	1	576,8043	1	759,6450
2	289,5292	2	422,7327	2	581,0690	2	764,5380
3	292,5530	3	426,3848	3	585,3494	3	769,4467
4	295,5925	4	430,0526	4	589,6455	4	774,3712
5	298,6477	5	433,7361	5	593,9574	5	779,3113
6	301,7186	6	437,4354	6	598,2849	6	784,2672
7	304,8052	7	441,1503	7	602,6282	7	789,2388
8	307,9075	8	444,8809	8	606,9871	8	794,2260
9	311,0255	9	448,6273	9	611,3618	9	799,2290

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
32,0	804,2477	**36**,0	1017,8760	**40**,0	1256,6371	**44**,0	1520,5308
1	809,2821	1	1023,5387	1	1262,9281	1	1527,4502
2	814,3322	2	1029,2172	2	1269,2348	2	1534,3853
3	819,3980	3	1034,9113	3	1275,5573	3	1541,3360
4	824,4796	4	1040,6212	4	1281,8955	4	1548,3025
5	829,5768	5	1046,3467	5	1288,2493	5	1555,2847
6	834,6897	6	1052,0880	6	1294,6189	6	1562,2826
7	839,8184	7	1057,8449	7	1301,0042	7	1569,2962
8	844,9628	8	1063,6176	8	1307,4052	8	1576,3255
9	850,1228	9	1069,4060	9	1313,8219	9	1583,3706
33,0	855,2986	**37**,0	1075,2101	**41**,0	1320,2543	**45**,0	1590,4313
1	860,4901	1	1081,0299	1	1326,7024	1	1597,5077
2	865,6973	2	1086,8654	2	1333,1662	2	1604,5999
3	870,9202	3	1092,7166	3	1339,6458	3	1611,7077
4	876,1588	4	1098,5835	4	1346,1410	4	1618,8313
5	881,4131	5	1104,4662	5	1352,6520	5	1625,9705
6	886,6831	6	1110,3645	6	1359,1786	6	1633,1255
7	891,9688	7	1116,2786	7	1365,7210	7	1640,2962
8	897,2703	8	1122,2083	8	1372,2791	8	1647,4826
9	902,5874	9	1128,1538	9	1378,8529	9	1654,6847
34,0	907,9203	**38**,0	1134,1149	**42**,0	1385,4424	**46**,0	1661,9025
1	913,2688	1	1140,0918	1	1392,0476	1	1669,1360
2	918,6331	2	1146,0844	2	1398,6685	2	1676,3853
3	924,0131	3	1152,0927	3	1405,3051	3	1683,6502
4	929,4088	4	1158,1167	4	1411,9574	4	1690,9308
5	934,8202	5	1164,1564	5	1418,6254	5	1698,2272
6	940,2473	6	1170,2118	6	1425,3092	6	1705,5392
7	945,6901	7	1176,2830	7	1432,0086	7	1712,8670
8	951,1486	8	1182,3698	8	1438,7238	8	1720,2105
9	956,6228	9	1188,4724	9	1445,4546	9	1727,5697
35,0	962,1128	**39**,0	1194,5906	**43**,0	1452,2012	**47**,0	1734,9445
1	967,6184	1	1200,7246	1	1458,9635	1	1742,3351
2	973,1397	2	1206,8742	2	1465,7415	2	1749,7414
3	978,6768	3	1213,0396	3	1472,5352	3	1757,1635
4	984,2296	4	1219,2207	4	1479,3446	4	1764,6012
5	989,7980	5	1225,4175	5	1486,1697	5	1772,0546
6	995,3822	6	1231,6300	6	1493,0105	6	1779,5237
7	1000,9821	7	1237,8582	7	1499,8670	7	1787,0086
8	1006,5977	8	1244,1021	8	1506,7393	8	1794,5091
9	1012,2290	9	1250,3617	9	1513,6272	9	1802,0254

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
48,0	1809,5574	**52**,0	2123,7166	**56**,0	2463,0086	**60**,0	2827,4334
1	1817,1050	1	2131,8926	1	2471,8130	1	2836,8660
2	1824,6684	2	2140,0843	2	2480,6330	2	2846,3144
3	1832,2475	3	2148,2917	3	2489,4687	3	2855,7784
4	1839,8423	4	2156,5149	4	2498,3201	4	2865,2582
5	1847,4528	5	2164,7537	5	2507,1873	5	2874,7536
6	1855,0790	6	2173,0082	6	2516,0701	6	2884,2648
7	1862,7210	7	2181,2785	7	2524,9687	7	2893,7917
8	1870,3786	8	2189,5644	8	2533,8830	8	2903,3343
9	1878,0519	9	2197,8661	9	2542,8129	9	2912,8926
49,0	1885,7410	**53**,0	2206,1834	**57**,0	2551,7586	**61**,0	2922,4666
1	1893,4457	1	2214,5165	1	2560,7200	1	2932,0563
2	1901,1662	2	2222,8653	2	2569,6971	2	2941,6617
3	1908,9024	3	2231,2298	3	2578,6899	3	2951,2828
4	1916,6543	4	2239,6100	4	2587,6985	4	2960,9197
5	1924,4218	5	2248,0059	5	2596,7227	5	2970,5722
6	1932,2051	6	2256,4175	6	2605,7626	6	2980,2405
7	1940,0041	7	2264,8448	7	2614,8182	7	2989,9244
8	1947,8189	8	2273,2879	8	2623,8896	8	2999,6241
9	1955,6493	9	2281,7466	9	2632,9767	9	3009,3395
50,0	1963,4954	**54**,0	2290,2210	**58**,0	2642,0794	**62**,0	3019,0705
1	1971,3572	1	2298,7112	1	2651,1979	1	3028,8173
2	1979,2348	2	2307,2171	2	2660,3321	2	3038,5798
3	1987,1280	3	2315,7386	3	2669,4820	3	3048,3580
4	1995,0370	4	2324,2759	4	2678,6476	4	3058,1520
5	2002,9617	5	2332,8289	5	2687,8289	5	3067,9616
6	2010,9020	6	2341,3976	6	2697,0259	6	3077,7869
7	2018,8581	7	2349,9820	7	2706,2386	7	3087,6279
8	2026,8299	8	2358,5821	8	2715,4670	8	3097,4847
9	2034,8174	9	2367,1979	9	2724,7112	9	3107,3571
51,0	2042,8206	**55**,0	2375,8294	**59**,0	2733,9710	**63**,0	3117,2453
1	2050,8395	1	2384,4767	1	2743,2466	1	3127,1492
2	2058,8742	2	2393,1396	2	2752,5378	2	3137,0688
3	2066,9245	3	2401,8183	3	2761,8448	3	3147,0040
4	2074,9905	4	2410,5126	4	2771,1675	4	3156,9550
5	2083,0723	5	2419,2227	5	2780,5058	5	3166,9217
6	2091,1697	6	2427,9485	6	2789,8599	6	3176,9042
7	2099,2829	7	2436,6899	7	2799,2297	7	3186,9023
8	2107,4118	8	2445,4471	8	2808,6152	8	3196,9161
9	2115,5563	9	2454,2200	9	1818,0165	9	3206,9456

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
64,0	3216,9909	**68**,0	3631,6811	**72**,0	4071,5041	**76**,0	4536,4598
1	3227,0518	1	3642,3704	1	4082,8217	1	4548,4057
2	3237,1285	2	3653,0754	2	4094,1550	2	4560,3673
3	3247,2209	3	3663,7960	3	4105,5040	3	4572,3446
4	3257,3289	4	3674,5324	4	4116,8687	4	4584,3377
5	3267,4527	5	3685,2845	5	4128,2491	5	4596,3464
6	3277,5922	6	3696,0523	6	4139,6452	6	4608,3708
7	3287,7474	7	3706,8359	7	4151,0571	7	4620,4110
8	3297,9183	8	3717,6351	8	4162,4846	8	4632,4669
9	3308,1049	9	3728,4500	9	4173,9279	9	4644,5384
65,0	3318,3072	**69**,0	3739,2807	**73**,0	4185,3868	**77**,0	4656,6257
1	3328,5253	1	3750,1270	1	4196,8615	1	4668,7287
2	3338,7590	2	3760,9891	2	4208,3519	2	4680,8474
3	3349,0085	3	3771,8668	3	4219,8579	3	4692,9818
4	3359,2736	4	3782,7603	4	4231,3797	4	4705,1319
5	3369,5545	5	3793,6695	5	4242,9172	5	4717,2977
6	3379,8510	6	3804,5944	6	4254,4704	6	4729,4792
7	3390,1633	7	3815,5350	7	4266,0394	7	4741,6765
8	3400,4913	8	3826,4913	8	4277,6240	8	4753,8894
9	3410,8350	9	3837,4633	9	4289,2243	9	4766,1181
66,0	3421,1944	**70**,0	3848,4510	**74**,0	4300,8403	**78**,0	4778,3624
1	3431,5695	1	3859,4544	1	4312,4721	1	4790,6225
2	3441,9603	2	3870,4736	2	4324,1195	2	4802,8983
3	3452,3669	3	3881,5084	3	4335,7827	3	4815,1897
4	3462,7891	4	3892,5590	4	4347,4616	4	4827,4969
5	3473,2270	5	3903,6252	5	4359,1562	5	4839,8198
6	3483,6807	6	3914,7072	6	4370,8664	6	4852,1584
7	3494,1500	7	3925,8049	7	4382,5924	7	4864,5128
8	3504,6351	8	3936,9182	8	4394,3341	8	4876,8828
9	3515,1359	9	3948,0473	9	4406,0916	9	4889,2685
67,0	3525,6524	**71**,0	3959,1921	**75**,0	4417,8647	**79**,0	4901,6699
1	3536,1845	1	3970,3526	1	4429,6535	1	4914,0871
2	3546,7324	2	3981,5289	2	4441,4580	2	4926,5199
3	3557,2960	3	3992,7208	3	4453,2783	3	4938,9685
4	3567,8754	4	4003,9284	4	4465,1142	4	4951,4328
5	3578,4704	5	4015,1518	5	4476,9659	5	4963,9127
6	3589,0811	6	4026,3908	6	4488,8332	6	4976,4084
7	3599,7075	7	4037,6456	7	4500,7163	7	4988,9198
8	3610,3497	8	4048,9160	8	4512,6151	8	5001,4469
9	3621,0075	9	4060,2022	9	4524,5296	9	5013,9897

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
80,0	5026,5482	**84**,0	5541,7694	**88**,0	6082,1284	**92**,0	6647,6101
1	5039,1225	1	5554,9720	1	6095,9542	1	6662,0692
2	5051,7124	2	5568,1902	2	6109,8008	2	6676,5441
3	5064,3180	3	5581,4242	3	6123,6631	3	6691,0347
4	5076,9394	4	5594,6739	4	6137,5411	4	6705,5410
5	5089,5764	5	5607,9392	5	6151,4348	5	6720,0630
6	5102,2292	6	5621,2203	6	6165,3442	6	6734,6008
7	5114,8977	7	5634,5171	7	6179,2693	7	6749,1542
8	5127,5819	8	5647,8296	8	6193,2101	8	6763,7233
9	5140,2818	9	5661,1578	9	6207,1666	9	6778,3082
81,0	5152,9974	**85**,0	5674,5017	**89**,0	6221,1389	**93**,0	6792,9087
1	5165,7287	1	5687,8614	1	6235,1268	1	6807,5250
2	5178,4757	2	5701,2367	2	6249,1304	2	6822,1569
3	5191,2384	3	5714,6277	3	6263,1498	3	6836,8046
4	5204,0168	4	5728,0345	4	6277,1849	4	6851,4680
5	5216,8110	5	5741,4569	5	6291,2356	5	6866,1471
6	5229,6208	6	5754,8951	6	6305,3021	6	6880,8419
7	5242,4463	7	5768,3490	7	6319,3843	7	6895,5524
8	5255,2876	8	5781,8185	8	6333,4822	8	6910,2786
9	5268,1446	9	5795,3038	9	6347,5958	9	6925,0205
82,0	5281,0173	**86**,0	5808,8048	**90**,0	6361,7251	**94**,0	6939,7782
1	5293,9056	1	5822,3215	1	6375,8701	1	6954,5515
2	5306,8097	2	5835,8539	2	6390,0309	2	6969,3406
3	5319,7295	3	5849,4020	3	6404,2073	3	6984,1453
4	5332,6650	4	5862,9659	4	6418,3995	4	6998,9658
5	5345,6162	5	5876,5454	5	6432,6073	5	7013,8019
6	5358,5832	6	5890,1407	6	6446,8309	6	7028,6538
7	5371,5658	7	5903,7516	7	6461,0701	7	7043,5214
8	5384,5641	8	5917,3783	8	6475,3251	8	7058,4047
9	5397,5782	9	5931,0206	9	6489,5958	9	7073,3037
83,0	5410,6079	**87**,0	5944,6787	**91**,0	6503,8822	**95**,0	7088,2184
1	5423,6534	1	5958,3525	1	6518,1843	1	7103,1488
2	5436,7146	2	5972,0420	2	6532,5021	2	7118,0950
3	5449,7915	3	5985,7472	3	6546,8356	3	7133,0568
4	5462,8840	4	5999,4681	4	6561,1848	4	7148,0343
5	5475,9923	5	6013,2047	5	6575,5498	5	7163,0276
6	5489,1163	6	6026,9570	6	6589,9304	6	7178,0366
7	5502,2561	7	6040,7250	7	6604,3268	7	7193,0612
8	5515,4115	8	6054,5088	8	6618,7388	8	7208,1016
9	5528,5826	9	6068,3082	9	6633,1666	9	7223,1577

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
96,0	7238,2295	**97**,0	7389,8113	**98**,0	7542,9640	**99**,0	7697,6874
1	7253,3170	1	7405,0559	1	7558,3656	1	7713,2461
2	7268,4202	2	7420,3162	2	7573,7830	2	7728,8206
3	7283,5391	3	7435,5922	3	7589,2161	3	7744,4107
4	7298,6737	4	7450,8839	4	7604,6648	4	7760,0166
5	7313,8240	5	7466,1913	5	7620,1293	5	7775,6382
6	7328,9901	6	7481,5144	6	7635,6095	6	7791,2754
7	7344,1718	7	7496,8532	7	7651,1054	7	7806,9284
8	7359,3693	8	7512,2078	8	7666,6170	8	7822,5971
9	7374,5824	9	7527,5780	9	7682,1444	9	7838,2815
						100,0	7853,9816

3 2044 102 890 308